PORADNIK DLA SAMOUKÓW

WSKAZÓWKI METODYCZNE DLA STUDJUJĄCYCH POSZCZEGÓLNE NAUKI. — FIZYKA, GIEOFIZYKA, METEOROLOGJA.

Tom II.

WYDAWNICTWO A. HEFLICHA I ST. MICHALSKIEGO Z ZAPOMOGI KASY IM. DR. J. MIANOWSKIEGO. WYDANIE NOWE. — TOM II. — WARSZAWA, 1917. — CENA 16 ZŁ. P. SKŁ. GŁ. W KSIĘGARNIACH GEBETHNERA I WOLFFA: W WARSZAWIE, LUBLINIE, ŁODZI I KRAKOWIE.

TREŚĆ TOMU I PORADNIKA:

(Warszawa, 1915, str. XXXIX+618, z 34 fig. w tekscie i 1 tablicą)

O zmianach w wydaniu nowym, napisał St. Michalski. — O nauce, opr. S. Łukasiewicz. — Matematyka: Wstęp ogólny, opr. Z. Janiszewski. — Stopień I, II, Metodyka nauczania, opr. St. Kwietniewski. — Wstęp do Stopnia III, opr. Z. Janiszewski. — Gieometrja analityczna, syntetyczna i wykreślna, opr. St. Kwietniewski. — Arytmetyka, Teorja liczb, Algiebra wyższa, Teorja mnogości, Teorja funkcji zmiennych rzeczywistych, Rachunek różniczkowy i całkowy, różnicowy i sumacyjny, opr. W. Sierpiński. — Teorja funcji analitycznych, opr. St. Zaremba. — Równania różniczkowe zwyczajne, R. funkcyjne, różnicowe i całkowe, Rozwinięcia na szeregi, opr. Z. Janiszewski. — Równania różniczkowe o pochodnych cząstkowych, Teorja grup przekształceń, Rach. warjacyjny, opr. St. Zaremba. — Gieometrja różniczkowa, opr. St. Kwietniewski. — Topologja, Podstawy gieometrji, opr. Z. Janiszewski. — Teorja prawdopodobieństwa, opr. St. Mazurkiewicz. — Logistyka, Zagadnienia filozof. matematyki, opr. Z. Janiszewski. — Historja matematyki wogóle i w Polsce, opr. St. Kwietniewski. — Zakończenie, Dział informacyjny, opr. Janiszewski. — Dopełnienia, opr. zbiorowo. — Skorowidze, opr. St. Mazurkiewicz.

Redakcja Poradnika prosi wszystkich Wydawców książek polskich o łaskawe nadsyłanie egzemplarzy recenzyjnych dzieł naukowych, zarówno popularnych, jak i poziomu wyższego (z zakresu n. przyrodniczych i humanistycznych), wydanych w latach: 1914, 1915, 1916 i w następnych, — pod adresem księgarni Gebethnera i Wolffa w Warszawie (ulica Nowo-Sienna): „Dla Poradnika dla Samouków".

PORADNIK DLA SAMOUKÓW

PORADNIK
DLA SAMOUKÓW

WSKAZÓWKI METODYCZNE DLA STUDJUJĄCYCH POSZCZEGÓLNE NAUKI. — FIZYKA, GIEOFIZYKA, METEOROLOGJA.

Tom II.

WYDAWNICTWO A. HEFLICHA I ST. MICHALSKIEGO Z ZAPOMOGI KASY IM. DR. J. MIANOWSKIEGO. WYDANIE NOWE. — TOM II. — WARSZAWA, 1917. — CENA 16 ZŁ. P. SKŁ. GŁ. W KSIĘGARNIACH GEBETHNERA I WOLFFA: W WARSZAWIE, LUBLINIE, ŁODZI I KRAKOWIE.

KRAKÓW. — DRUK W. L. ANCZYCA I SPÓŁKI.

SPIS RZECZY.

FIZYKA

OPRACOWAŁ

M. SMOLUCHOWSKI.

WSTĘP OGÓLNY.

TREŚĆ:

1. Objaśnienie przedmiotu fizyki oraz stosunek jej do innych nauk przyrodniczych. — 2. Zadanie fizyki. Czy poznajemy rzeczywistość? — 3. Czy fizyka tłumaczy zjawiska przyrody? Celowość. Zasada przyczynowości. — 4. W jakim celu uprawiamy fizykę? — 5. Metoda fizyki: indukcja i dedukcja. — 6. Obserwacja i doświadczenie. — 7. Mierzenie. — 8. Jednostki, wzorce, przyrządy miernicze. — 9. Ujęcie matematyczne materjału doświadczalnego, wzory empiryczne i racjonalne; dla czego dążymy do ścisłości i prostoty? — 10. Znaczenie hipotez i teorji. — 11. Rodzaje hipotez i teorji. — 12. Związek fizyki z matematyką. — 13. Podział fizyki.

---

1. Pojęcie fizyki nie da się określić krótkiemi słowami przez podanie ścisłej i jasnej definicji, gdyż pojęcie to nie jest wynikiem z góry ułożonego logicznego podziału nauk, lecz wytworzyło się w sposób do pewnego stopnia nieprawidłowy i przypadkowy, w ciągu długowiekowego historycznego rozwoju umiejętności.

Ażeby sobie jednak wytworzyć obraz tej nauki, może najlepiej będzie zastanowić się nad definicjami często podawanemi oraz nad stosunkiem fizyki do innych nauk jej pokrewnych.

Słowo fizyka pochodzi od greckiego φυσις — przyroda, oznacza zatym naukę o przyrodzie, a podobne, nieco głębsze pojęcie wyraża angielski termin »natural philosophy«, do dziś dnia często używany, oraz dawna niemiecka nazwa »Naturlehre«, t. j. fizyka łącznie z chemją i astronomją, którą to nazwę spotykamy dziś jeszcze czasem w nauczaniu średnim.

Nie można jednak fizyki tłumaczyć dosłownie jako »nauki o przyrodzie«, gdyż nie obejmuje ona np. nauk biologicznych — zajmujących się zjawiskami życia, jak między innemi wzrostem tkanek roślinnych, zachowaniem się czerwonych ciałek krwi, co stanowi zupełnie osobny dział nauk przyrodniczych. »Nauka o zjawiskach przyrody martwej« byłoby znów określeniem za ciasnym, gdyż niewątpliwie np. załamywanie się promieni światła w soczewce ocznej albo zjawiska ruchu członków naszego ciała wchodzą w zakres fizyki, choć są zjawiskami świata żyjącego. Wogóle nie podlega to żadnej wątpliwości, że wszystkie t. zw. prawa fizyczne stosują się także i do przyrody żywej, że ciało żywe tak samo spada pod wpływem ciężkości jak ciało martwe, że zasada zachowania energji tak samo stosuje się w obu wypadkach i t. d.

Zdaje się, że określenie: »nauka o zjawiskach przyrody martwej oraz o zjawiskach, które są wspólne przyrodzie żywej i martwej«, usuwa te trudności i nie podlega żadnym zarzutom z punktu widzenia podziału przyrody żywej i martwej.

Nasuwają się jednak pewne wątpliwości, wskazujące, że to określenie jest za obszerne pod wielu innemi względami. Przedewszystkim zauważymy, że obejmuje ono równie dobrze zjawiska fizyczne, jak i te, które nazywamy chemicznemi. Jakże odróżnić te dwa rodzaje zjawisk? Co uważać za cechę charakterystyczną, oddzielającą fizykę od chemji? W pewnych wypadkach łatwo nam tę kwestję rozstrzygnąć: spadanie ciała ciężkiego, ogrzanie drutu wskutek przechodzenia prądu elektrycznego, topnienie lodu, parowanie wody zaliczamy do zjawisk fizycznych; wytwarzanie wodoru przez nalanie kwasu siarkowego na cynk, palenie się gazu świetlnego uważamy za zjawiska chemiczne. Powiadamy zwykle, że w ostatnich ciała ulegają przemianom materjalnym, że zmienia się ich skład lub ich struktura materjalna, gdy tymczasem w zakres fizyki wchodzą tylko zjawiska, odbywające się bez takich zmian. Przeciwko takiemu objaśnieniu możnaby jednak podnieść pewne zarzuty.

Przedewszystkim zrozumiałe ono jest właściwie tylko dla człowieka już obeznanego z pojęciami składu chemicznego, struktury materjalnej i t. d., zatym pojęciami naogół mniej zna-

nemi od pojęcia fizyki i chemji samej. Po wtóre, choć przyznać można, że określenie takie odpowiada istotnie dość dobrze dawniejszemu tradycyjnemu rozróżnianiu tych nauk, to przecież dzisiejsza nauka na taki podział zgodzić się nie może.

Wszak istnieją zjawiska, leżące na pograniczu, jak np. absorbcja oraz rozpuszczanie się ciał i t. p.; nie wiadomo, do której z owych dwu nauk zaliczyć je wypada, a równocześnie podział ów rozdziela sztucznie zjawiska niewątpliwie blizko spokrewnione.

Rozważmy np. ścisłą analogję między pewnym zjawiskiem dysocjacji chemicznej i zjawiskami fizycznemi zmian stanu skupienia: kiedy np. lód albo woda zamienia się w parę wodną, prężność pary wodnej wywiązanej zależy tylko od temperatury panującej w tym systemie, nie zaś od ilości lodu albo wody. Podobnie np. przy t. zw. wypalaniu wapna: $CaCO_3 = CaO + CO_2$ prężność wywiązującego się bezwodnika węglowego zależy wyłącznie od temperatury. Analogja ta idzie jeszcze dalej, gdyż w jednym i drugim wypadku dokonanie się owego procesu pochłania pewną ilość ciepła, (ciepło parowania, ciepło dysocjacji), której wielkość w obu wypadkach określa się za pomocą zupełnie tego samego wzoru, jako zależną od owej prężności. Tak samo i w innych wypadkach t. zw. »reguła Gibbsa« wykazuje ścisłe pokrewieństwo różnych zjawisk, które dawniej rozróżniano starannie jako fizyczne albo chemiczne.

Wprawdzie i w innych naukach często się zdarza, że nie znajdujemy odpowiedniej linji odgraniczającej w sposób ścisły i naturalny dwie umiejętności (np. między zoologją i botaniką), ale w tym wypadku zauważyć należy, że ponad to ostatecznym dążeniem teorji chemicznych jest zawsze sprowadzenie zjawisk chemicznych do prostych praw fizycznych, a nigdy na odwrót, zjawisk fizycznych nie sprowadzamy do prawideł chemji.

Istotnie w miarę postępu nauki coraz większe obszary zjawisk, uważanych dawniej za czysto chemiczne, przechodzą do dziedziny fizyki, gdyż zostają wytłumaczone jako specjalne wypadki ogólnych praw fizycznych. Tak powstał w przeciągu ostatnich czterdziestu lat osobny dział, t. zw. chemja fizyczna, obejmująca właśnie owe zjawiska wyjaśnione na podstawie za-

sad fizyki; a należą do niej powyżej wymienione przykłady i analogiczne zastosowania zasad termodynamiki, dalej t. zw. elektrochemja, chemja kolloidów i t. p. działy; a blizko z tym działem związana jest krystalografja, stanowiąca równocześnie łącznik między fizyką i mineralogją. Jako właściwa chemja, pozostają wobec tego te dziedziny zjawisk chemicznych, w których dotychczasowe badania ograniczały się do gromadzenia olbrzymiego materjału empirycznego i do prowizorycznego porządkowania go z punktu widzenia kilku prostych ogólnych prawideł (teorja atomistyczna, pojęcie wartościowości, perjodyczny układ pierwiastków i t. d.), gdyż nie udało się dotychczas wytłumaczyć i zredukować go do podstawowych zasad fizycznych. I tutaj mamy jednak już do zanotowania nowsze, bardzo interesujące, choć na razie jeszcze nieudane próby wytłumaczenia empirycznych prawideł podstawowych chemji, jak wartościowości, systemu perjodycznego, przy pomocy spekulacji nad budową atomów z elektronów składowych. Zapewne, dzisiaj jeszcze bardzo daleko do tego celu, ale gdyby kiedyś udało się dociekania te ugruntować i poprowadzić dalej, to z czasem może przyszłoby do zupełnego zlania się chemji z fizyką.

Wszystkie te kwestje roztrząsamy w tym celu, aby wykazać, że podział na fizykę i chemję nie jest uzasadniony w rzeczy samej, że granica między temi umiejętnościami zaciera się w miarę rozwoju historycznego; a właściwie możnaby twierdzić, że pod względem przedmiotu, celu i metody nauki, chemja stanowi tylko poddział fizyki w ogólniejszym znaczeniu słowa. Oczywiście nie wynika z tego, żeby trzeba było zwalczać pojęcie chemji jako nauki samodzielnej. Wytworzyło się ono wskutek rozwoju historycznego, a i nadal pozostanie do pewnego stopnia uzasadnionym, gdyż podział pracy jest konieczny. Chemja dzisiejsza tworzy taki chaotyczny ogrom faktów, taką tkaninę różnych reguł ścisłych lub przybliżonych, że niema człowieka, któryby potrafił objąć tę naukę z pewną gruntownością ze wszystkiemi jej działami, a tym mniej jest to możliwe dla człowieka zajmującego się fachowo fizyką właściwą. Rzecz charakterystyczna, że najwybitniejsi chemicy dzisiejsi pracują w sposób twórczy każdy tylko w obrębie swojej dość ciasnej specjalności naukowej, gdy

najwybitniejsi nowsi fizycy (lord Kelvin, H. A. Lorentz, J. J. Thomson, Planck, lord Rayleigh i inni) obejmują cały obszar fizyki i w najrozmaitszych jej dziedzinach występowali z poważnemi pracami twórczemi. Fizyka właściwa jest nauką, dającą się objąć do pewnego stopnia przez jednego człowieka, chemja dzisiejsza już dawno przerosła tę granicę. Pochodzi to przedewszystkim właśnie stąd, że fizyka w znacznie wyższym stopniu dała się sprowadzić całkowicie do kilku zasad naczelnych, ułatwiających objęcie całego materjału. Możnaby, chcąc uzmysłowić tę różnicę, porównać chemję z poplątanemi i pogmatwanemi nićmi, a fizykę z kłębkiem regularnie zwiniętym.

Gdy chodzić będzie o kwestje praktyczne, np. o wskazanie podręczników, będziemy zatym, zgodnie z tradycyjnym podziałem, używali nazwy »fizyka« do określenia tej nauki w ściślejszym znaczeniu, t. j. z wyłączeniem właściwych zjawisk chemicznych, choć dobrze sobie sprawę zdajemy z tego, że to jest podział chwiejny i właściwie nieracjonalny. Gdy zaś chodzi o kwestje ogólne, rozważanie metod nauki z punktu widzenia filozoficznego, stosunek jej do innych umiejętności, jak właśnie w tym rozdziale wstępnym, to pojmujemy nazwę fizyki w ogólniejszym znaczeniu, t. j. nie wyłączając chemji, gdyż oddzielenie tej gałęzi nie miałoby tutaj żadnej racji logicznej.

Czy zatym, powracając do kwestji, z której wyszliśmy, wolno nam powiedzieć: fizyka (wraz z chemją) jest to nauka o zjawiskach przyrody martwej oraz o zjawiskach wspólnych przyrodzie żywej i martwej? Wszak w tym określeniu mieściłaby się także astronomja, gieofizyka, meteorologja, gieologja i t. d., które niewątpliwie wszystkie opierają się ostatecznie na fizyce, ale które stanowią nauki odrębne. Przedmiot tych nauk jest ten sam, co przedmiot fizyki: jest to przyroda (z wyłączeniem zjawisk życiowych), ale odmienny jest punkt widzenia, gdyż w fizyce badamy tylko ogólne prawa przyrody, a przedmiotem tamtych nauk jest badanie zdarzeń indywidualnych.

Tak np. fizyk i astronom zajmują się ruchami planet około słońca. Ale fizyka interesują one jako przykład z zakresu mechaniki oraz jako dowód istnienia grawitacji ogólnej. W każdym

podręczniku mechaniki teoretycznej znajdujemy wywód newtonowskiego prawa grawitacji z empirycznie poznanych praw Keplera jak również odwrotnie, dowód, że przy istnieniu prawa grawitacyjnego ciała niebieskie muszą opisywać elipsy lub hiperbole koło słońca. Ale indywidualne dane, określające tor Marsa, Ziemi, orjentacja tych torów względem konstelacji gwiazd niebieskich i t. d. są dla fizyka najzupełniej obojętne, a one właśnie interesują astronoma. Podobnie fizyk odkrywa zasady analizy widmowej, z których wnioskować można o składzie chemicznym ciał niebieskich, przesyłających ku nam swoje promienie, rejestruje pozycję linji widmowych różnych pierwiastków, ale z jakich substancji się składają protuberancje słońca, jakie jest widmo Syrjusza, to nie wchodzi w zakres fizyki, lecz astronomji albo astrofizyki. Kwestja, w jakich warunkach węgiel przechodzi w modyfikację krystaliczną, zwaną djamentem, należy do chemji, ale zbadanie warunków występowania djamentów w pokładach itakolumitu, zbadanie, jakim sposobem one się tam wytworzyły podczas historycznego rozwoju kuli ziemskiej, to należy do mineralogji albo gieologji. W fizyce poznajemy zasady ruchu gazów, do fizyki należy badanie prądów powietrza, powstających wskutek nierówności temperatury. Ale zapisywanie, jakie wiatry panują w różnych miejscach kuli ziemskiej, oraz wytłumaczenie tych zjawisk należy do meteorologji.

Ogólnie zatym powiedzieć możemy, że fizyk zajmuje się regularnemi, ogólnemi cechami w zjawiskach przyrody, albo, mówiąc krótko, prawami przyrody, a każde specjalne zdarzenie dla niego tylko o tyle jest ciekawe, o ile stanowi ilustrację prawa ogólnego.

Stąd też pochodzi owa powszechna doniosłość dociekań fizyki. Zapewne żaden uczony nie wątpi, że istotne prawa, znane nam lub nie, którym podlegają zjawiska fizyczne, pozostaną zawsze i wszędzie niezmienne, niezależnie od formy, jaką im nadaje rozwój nauki.

Gdyby istnieli mieszkańcy Marsa i gdybyśmy mieli możność komunikowania się z niemi, przekonalibyśmy się, że ich fizyka jest ta sama, co nasza. Może być, że znaliby różne szczegóły, których my nie znamy, prawdopodobnie mieliby od-

mienne teorje fizyczne, ale każde prawo fizyczne, przez nich stwierdzone, musiałoby się dać stwierdzić w analogicznym zakresie na naszej ziemi. Pogląd taki wydaje się bardzo śmiałym, gdyż wychodzi daleko poza obręb bezpośrednich obserwacji, ale wiara nasza w powszechność tych praw jest w znacznej mierze usprawiedliwiona tą okolicznością, że nigdy nie spostrzeżono zjawisk z nią niezgodnych.

Natomiast w naukach opisowych chodzi przedewszystkim o stwierdzenie indywidualnych faktów z pewnego zakresu zjawisk przyrody, a następnie o rozumowe powiązanie ich przy pomocy prawideł ogólnych. Astronom nadaje ciałom niebieskim nazwiska, niby osobom żyjącym, albo w inny sposób oznacza ich cechy indywidualne i śledzi ich losy. Dla tego gromadzi materjał obserwacyjny bez końca, rejestruje wszystkie gwiazdy widzialne, oblicza elementy toru każdej nowo odkrytej planetoidy, sprawdza, czy one się z czasem nie zmieniają, wykreśla mapy gór księżycowych. Oczywiście i on opierać się musi na prawach ogólnych, ale dla niego są one tylko środkiem do celu, którym jest odgadywanie losu każdego z tych ciał niebieskich w przyszłości lub w przeszłości.

Za jeden poddział astronomji ogólnej można uważać naukę o Ziemi, czyli gieofizykę, z której znów pewne działy specjalnie ważne wyodrębniają się jako meteorologja, gieologja, gieografja. Są to wszystko nauki, zajmujące się wyłącznie stosunkami, panującemi na kuli ziemskiej; odnoszą się one zatym do faktów indywidualnych i każda z nich zmieniłaby swoją treść w sposób zupełnie zasadniczy, gdyby losy kuli ziemskiej z jakichbądź powodów w odmienny sposób się były ułożyły, gdyby, np. z powodu obniżenia albo podwyższenia się temperatury słońca, woda na ziemi znajdowała się wyłącznie w stanie stałym albo w stanie pary. Dlatego i tutaj praca doświadczalna polega przedewszystkim na inwentaryzacji zjawisk, na wykreślaniu map gieograficznych, gieologicznych, magnetycznych, meteorologicznych i t. p., a ostatecznym celem tych nauk jest poznanie obecnego stanu Ziemi, wytłumaczenie, jaką drogą Ziemia doszła do stanu dzisiejszego, oraz przepowiedzenie zjawisk, które wystąpią na niej w przyszłości.

We wszystkich tych naukach występuje równocześnie mniej lub więcej wybitnie historyczny element badania. Co przez to rozumiemy, objaśnimy może najlepiej, przeciwstawiając sobie dwa charakterystyczne powiedzenia historyka i matematyka - przyrodnika. Angielski historyk Carlyle powiada: »Jedynie fakt ma znaczenie; Jan bez Ziemi przeszedł tędy, oto coś godnego uwielbienia, oto rzeczywistość, za którą oddałbym wszystkie teorje świata«. Słynny matematyk, fizyk i astronom Poincaré odpowiada w imieniu fizyka: »Jan bez Ziemi przeszedł tędy; mało mnie to obchodzi, skoro nigdy już tędy nie przejdzie«.

To charakteryzuje jasno stanowisko fizyka i historyka. Fizyka zajmują fakty tylko, o ile się regularnie powtarzają, o ile są objawami ogólnego prawidła; dany fakt dla niego ma tylko wtedy znaczenie, jeżeli z niego wnioskować może o istnieniu ogólniejszego prawa przyrody, sam fakt odosobniony, indywidualny jest mu najzupełniej obojętny. Historyk zachowuje się przeciwnie; jego nauka polega na możliwie dokładnym stwierdzeniu i spisaniu faktów indywidualnych, choć niema żadnego prawdopodobieństwa, żeby one się kiedykolwiek tak samo powtórzyły. Jego interesują fakty byłe, jako takie.

Oczywiście, że wszystkie wymienione poprzednio nauki o charakterze historyczno - przyrodniczym (astronomja, gieofizyka i t. d.) nie poprzestają na jednorazowym zarejestrowaniu faktów, lecz dążą równocześnie do powiązania ich między sobą czyli wytłumaczenia, co umożliwia także przewidywanie przyszłości, a w tym wszystkie opierają się ostatecznie na fizyce. Każda z tych nauk zawiera w sobie tyle prawidłowości, ile zawiera w sobie fizyki, gdyż ona jest właśnie nauką o prawach ogólnych. Fizyka wraz z chemją jest zatym podstawą owych innych nauk przyrodniczych, zajmujących się przyrodą martwą, są one zastosowaniem jej w oddzielnych wypadkach.

Rozważmy jeszcze stosunek fizyki do zjawisk przyrody żywej. Zwracaliśmy już na to uwagę, że także wielki szereg zjawisk obserwowanych w przyrodzie żywej należy bezpośrednio do omawianej już dziedziny, fizyczno - chemicznej. Są to zjawiska niezmiernego znaczenia dla procesów życiowych,

jak dyfuzja (przenikanie soków roślinnych przez błony komórek), zjawiska elektryczne, zjawiska cieplne, połączone z procesami chemicznemi, a wogóle procesy chemiczne, odbywające się w organizmach żyjących, które w ogromnej liczbie wypadków uznano za identyczne z procesami chemicznemi przyrody martwej. Są wprawdzie pewne procesy biologiczne, zwłaszcza z zakresu chemji białka, których nie udało się jeszcze powtórzyć w pracowni chemicznej, ale olbrzymie postępy, dokonywane na tym polu, uprawniają nas do nadziei, że i te dziś niewyjaśnione problematy w niedługim czasie zostaną rozwiązane. Pozostaje jednak cały wielki zakres zjawisk życiowych, w ściślejszym znaczeniu słowa, jak rozmnażanie się komórek, rozmnażanie się osobników, dziedziczenie, zjawiska psychiczne, dla których dzisiaj jeszcze nawet nie widzimy żadnej drogi do wytłumaczenia sposobem fizyczno-chemicznym. One do dziś dnia w sposób zupełnie zasadniczy oddzielają przyrodę żywą od martwej i wciąż daremnie szukamy mostu łączącego. Wspomnieć tu można np. wieczną kwestję sporną, jakim sposobem powstał pierwszy organizm żyjący.

Czy tu jest kres praw fizyczno-chemicznych i czy w tych zjawiskach występują jakieś zasadniczo nowe, odmienne czynniki, nie dające się do tamtych sprowadzić, jakaś siła życiowa lub jakieś cudowne akty twórcze? Przypuszczano to w dawniejszych czasach, ale dzisiejsi przyrodnicy, widząc, jak krok za krokiem postępuje nauka, wyjaśniając sposobem czysto fizyczno-chemicznym różne zjawiska, uważane dawniej za charakterystyczne objawy życia, przypuszczają przeważnie, że z czasem zjawiska życia wyjaśnimy jako objaw ogólnych praw fizyczno-chemicznych, a zatym wszystkie nauki przyrodnicze zredukują się wreszcie do fizyki. Oczywiście, jest to rzecz dalekiej przyszłości i na razie biologja ogólna, nauka o zjawiskach życia, występuje jako dział osobny, oddzielny od fizyki, ściśle połączony z naukami opisowo-przyrodniczemi tego zakresu.

Cały ten, uzasadniony powyżej, przyrodniczy pogląd na świat wyraża się w następującym schemacie nauk, uwidoczniającym ich pokrewieństwo oraz podział na nauki, zajmujące się

ogólnemi prawami przyrody i nauki, zajmujące się faktami indywidualnemi.

Nauki przyrodnicze o charakterze

ogólnym: | indywidualnym:

Fizyka i chemja → Biologja

Astronomja
↓
Gieofizyka i Meteorologja
↓
Gieologja i Mineralogja ↘ Gieografja
↓
Biologja → Paleontologja
↓
Biologja ↘ Botanika i Zoologja
↓
Antropologja

Oczywiście nie twierdzimy, żeby jedynie taki podział był możliwy i jedynie słuszny, gdyż można także wymyślić podziały na innej zasadzie oparte, któreby np. dały wyraz poglądowi antropocentrycznemu, ubóstwiającemu człowieka, jako króla przyrody, ale podział powyższy wyda się najracjonalniejszym przyrodnikowi, który świat zewnętrzny uważa za objektywnie dany i nauki klasyfikuje według wzajemnej zależności ich przedmiotu. Historja rodu ludzkiego, nauki prawnicze, socjologiczne, filologja, psychologja i t. d. stanowiłyby z tego punktu widzenia drobne poddziały ostatniej rubryki, antropologji.

---

2. Za przedmiot fizyki, w ogólnym znaczeniu słowa, uważamy zatym nie oddzielne fakty, lecz stałe zjawiska przyrody. Chodzi obecnie o określenie z a d a n i a tej nauki.

Rozważanie tej kwestji naprowadzi nas na zawiłe zagadnienia filozoficzne; będą one może wydawały się niejednemu sofistyczną, pustą grą słów, ale sądzimy, że pewne oświetlenie ich przecież jest konieczne, ponieważ bezpośrednio z niemi związane są nasze zapatrywania na ogólne znaczenie wyników naszej nauki, oraz na stanowisko, które ona zajmuje w naszym poglądzie na świat.

Według poglądu przyjętego, powiedzmy tradycyjnego, zadanie fizyki, jak wogóle nauk przyrodniczych, jest dwojakie: poznawanie zjawisk i ich wyjaśnianie. Poważne wątpliwości nasuwa jednak, przy bliższym zastanowieniu, już pierwsza część tego napozór niewinnego powiedzenia. Czy wogóle możemy poznać zjawiska rzeczywiście się odbywające, czy istnieje jakiś sposób umożliwiający nam zbadanie świata rzeczywistego? Wszak cały materjał faktyczny, na którym opieramy swoje wiadomości, albo raczej pojęcia o świecie zewnętrznym, składa się wyłącznie z naszych wrażeń zmysłowych.

Dziecko już w wieku niemowlęcym przyzwyczaja się łączyć niektóre wrażenia zmysłowe, czucia mięśniowe, bóle, pragnienie, głód i t. p. z własną osobą, z tym, co z czasem nazywa »Ja«, a co później może rozdzielać będzie na »Moje ciało« i »Mój świat psychiczny«, inne zaś wrażenia zmysłowe, układające się w zupełnie oddzielne łańcuchy asocjacji, łączy mimowoli w odrębną całość, z której z czasem wytwarza się pojęcie świata zewnętrznego. Granica między temi dwoma rodzajami wrażeń zmysłowych jest bardzo wyraźna i nawet człowiek najzupełniej niewykształcony, zupełnie naiwny, doskonale odróżnia to, co ma związek z jego własnym ciałem, od tego, co stanowi pozornie zupełnie odrębny, od osoby człowieka niezależny świat zewnętrzny. Temu światu zewnętrznemu przypisuje istnienie samodzielne i wyobraża sobie, że on istotnie jest taki, jakim mu się przedstawia. Wierzy, że istnieje np. ciało twarde, tak zwane złoto, które jest żółte, świecące, stosunkowo ciężkie: wszak je widzi, może go dotykać, podnosić; wierzy, że istnieją przedmioty miękkie, zielone, o pewnych kształtach, zwane liśćmi, wierzy, że istnieją jakieś przedmioty świecące, gwiazdy, słońce, i wcale mu na myśl nie przychodzi, żeby to mogły być jakieś mamidła własnych jego zmysłów.

Taki pogląd nazwiemy »naiwnym« poglądem na świat; jest on poglądem większości, a zdaje się, że mimo wszelkich nauk i studjów nawet największy uczony w czynnościach zwykłego codziennego życia mimowoli kieruje się przeważnie tym naiwnym poglądem, gdyż on stanowi bezpośredni

wynik codziennych doświadczeń życiowych i do życia zwykłego doskonale jest przystosowany.

Przy bliższym zastanowieniu krytycznym występują wadliwości takiego poglądu Nietylko iluzje optyczne, cieplne i t. d. ostrzegają nas przed zbytnim zaufaniem do prawdomówności naszych zmysłów, ale zastanowić musi nas np. zjawisko ślepoty na barwy, występujące u niektórych ludzi, którzy wskutek tego mają odmienne pojęcie o świecie zewnętrznym, lub zjawisko, że niektórzy ludzie słyszą jeszcze tony bardzo wysokie (40.000 drgań), które na ucho innych ludzi nie robią żadnego wrażenia. Pokazuje to, że obraz »naiwny« oczywiście zabarwiony jest barwą okularów, przez które na świat patrzymy, t. j. naszych zmysłów. Zatym wierząc w rzeczywiste istnienie jakiegoś świata, poza nami stojącego i od nas niezależnego, musimy wnioskować, że on będzie zupełnie różny od owego obrazu, i staramy się z naszego poglądu na świat wyrugować wszystkie cechy »antropomorficzne«, t. j. związane z człowiekiem, staramy się uwolnić go od wszelkich pierwiastków, które zdołaliśmy rozpoznać, jako właściwość subjektywną obserwatora lub jego okularów.

Domyślamy się więc: że istnieją jeszcze promienie pozafijoletowe i pozaczerwone, na które oko ludzkie wogóle nie reaguje, a których częściowo nie widzą zapewne także inne żyjące istoty; wnioskujemy, że istnieją jakieś czynniki, których rozpoznać bezpośrednio nie można żadnym zmysłem, jak np. elektryczność; wnioskujemy pośrednim sposobem o właściwościach tej elektryczności; wnioskujemy wreszcie, że to, co nazywamy promieniami światła, polega tylko na falach elektrycznych. Z różnych prawidłowości zjawisk chemicznych i fizycznych wnosimy o istnieniu atomów, z powodu swej małości dla oka nawet przy pomocy najsilniejszych mikroskopów niedostrzegalnych, na których odmiennym grupowaniu polega różnica ciał stałych, ciekłych i gazowych, a których ruch jest w związku z tym, co nam się objawia jako ciepło.

Te rysy składają się wszystkie razem na »pogląd na świat człowieka wykształconego«. Taki człowiek, powiedzmy abiturjent szkoły średniej, wie dobrze, że naiwny pogląd nie odpowiada rzeczy-

wistości, wierzy natomiast, że istnieje układ ciał niebieskich, których odległości astronomowie obliczają, że ziemia obraca się około słońca, że wszelka materja składa się z atomów, które na siebie działają pewnemi siłami i t. d. Przeważnie ludzie w tym właśnie upatrują zadanie fizyki, że nauka ta przez swe badania odkrywa nam rzeczywistość, ukrytą poza uludną ograniczonością naszych zmysłów, że uczy nas, jak świat zewnętrzny *rzeczywiście jest zbudowany*.

Zbadanie istoty świata zewnętrznego, piękneby to było zadanie, mogłoby ono wzbudzić podziw dla nauki, która taki cel sobie stawia! Ale jeżeli dzisiejszego uczonego w cztery oczy się spytamy: czy zaręczyć może, że świat istotnie tak jest skonstruowany, jak uczy fizyka szkolna, to zacznie robić zastrzeżenia. Tylko tyle na pewno będzie utrzymywać, że świat tak się przedstawia: *jak gdyby* pogląd człowieka wykształconego był prawdziwy. Istotnie w ostatnich dziesiątkach lat w nauce zapanował prąd umysłowy, który ogół zapewne nazywa sceptycyzmem, przesadnym wątpieniem, a który uczeni sami uważają za jasne zdawanie sobie sprawy z granic naszego poznawania.

Przyczyniły się do tego pewne odkrycia najzupełniej nieoczekiwane, promienie Roentgena i t. p., które świat naukowy przed 20 laty pozbawiły pewności, że nauka w grubszych zarysach już wszystko poznała i tylko drobiazgi pozostają do wykończenia. I przyczyniły się do tego zasadnicze zmiany, które wskutek odkryć tych trzeba było wprowadzić w owym poglądzie, oraz różne wątpliwości niepokojące. Czy należy np. wierzyć, że eter istnieje, jak dawniej nas uczono, czy też jest to tylko bajka, jak teraz niektórzy utrzymują?

Nietylko te dopiero co widziane przewroty ostrzegają nas przed zbytnią ufnością, ale samo objektywne zastanowienie się również wykaże nam, że o zewnętrznej rzeczywistości nigdy nic pewnego orzec nie możemy.

Wszak po pierwsze, wszystko ostatecznie polega na naszych wrażeniach zmysłowych i nigdy wiedzieć nie możemy, czy zupełnie wyzwoliliśmy się z ich przypadkowych ułomności i ograniczoności. Gdyby np. istniały jakieś promienie, dla których

wszelka materja byłaby zupełnie przezroczysta, nie moglibyśmy ich żadnym sposobem dostrzec, ani też nic nie mogłoby nas naprowadzić na wnioski o ich istnieniu.

Przypominamy kwestję dawniej aktualną, czy istnieją fale podłużne eteru. Kto wie, czy ród ludzki, związany z ziemią, nie jest w skutek swej organizacji ślepy na całe dziedziny zjawisk wszechświata, jak holoturja, przyczepiona do skały na dnie morza.

Po drugie, zauważymy, że wszelkie spekulacje o właściwym mechanizmie zjawisk zawierają w sobie elementy hipotetyczne i niema zjawiska, któreby się nie dało wytłumaczyć nieskończoną ilością różnych sposobów. Wybieramy teorje, które nam się wydają najprostszemi, ale nigdy wiedzieć nie możemy, czy one są prawdziwe. Skrajny sceptyk nawet powie, że my myślimy przy pomocy reguł logiki ludzkiej, a nie wiemy, czy przyroda, rzeczywistość, trzyma się tych reguł. Hertz wprowadza to w swojej mechanice jako osobną hipotezę.

Zarzuty te są niewątpliwie słuszne. Poincaré powiada: »Nic wogóle nie zdoła nas zapoznać z rzeczywistością, i gdyby jakiś Bóg znał istotę rzeczy, nie znalazłby słów dla jej wyrażenia. Nietylko nie możemy odgadnąć odpowiedzi, lecz gdyby nam jej udzielono, nie moglibyśmy jej zgoła zrozumieć«. Wszak podobnie niewidomemu od urodzenia nie można wytłumaczyć różnicy między barwami. Kto dotychczas wierzył w niewzruszoną pewność owego poglądu »wykształconego«, będzie boleśnie rozczarowany takim wykrzyknikiem »ignorabimus!« Ale czy istotnie tracimy co więcej ponad piękną mrzonkę? Wszak jakieś promienie, których nigdy spostrzec nie możemy i których wpływ nigdy się nie uwydatni w zjawiskach nam dostępnych, są nam najzupełniej obojętne. Zjawiska rzeczywiście istniejące, ale dla nas na zawsze nieprzystępne i nie wpływające na nasze doświadczenia, nic nas nie obchodzą, bo nigdy żadnego ich wpływu nie dostrzeżemy. Te zaś, które wpływają na nasze doświadczenia, są dla nas właśnie wskutek tego choć pośrednią drogą częściowo poznawalne.

Musimy sobie tylko jasno z tego zdać sprawę: że nie chodzi nam wcale o poznanie istoty rzeczy, kry-

jącej się poza pozorami, lecz że zadaniem fizyki jest ile możności gruntowne i jasne poznanie świata zjawisk nam przystępnych. Chodzi o jak najdokładniejsze zbadanie tych zjawisk oraz o powiązanie ich w całość zrozumiałą dla naszego umysłu.

Wyższość poglądu wykształconego nad naiwnym polega nie na tym, że on jest prawdziwy a tamten błędny, lecz na tym, że on jest bez porównania dokładniejszy i zrozumialszy. Twierdzenie człowieka inteligientnego, że światło jest zjawiskiem falowania poprzecznego, ma tę wyższość nad powiedzeniem człowieka naiwnego: światło jest to, co daje jasność, albo: co działa na nasze oko — że zawiera w sobie samo przez się dalsze wnioski: rozchodzenie się z pewną prędkością, zjawiska interferencji, zjawiska polaryzacji i t. d., o których człowiek naiwny nic nie wie i które dla niego byłyby zupełnie zagadkowe, gdyby nawet o nich wiedział.

Czy zatym, ponieważ wyżej powiedziano, że naukowy pogląd na świat nie jest prawdziwy, nie wolno nam w niego wierzyć? Jest to sprawa czysto osobista, nie mająca nic wspólnego z fizyką, jest to rzecz wiary. Ludzie zazwyczaj nie lubią poprzestawać na wątpieniu, nie lubią owego ciagłego wysiłku umysłowego, którego wymaga myślenie krytyczne, i wolą się opierać na pewnej wierze w rzeczywistość jakiegoś systemu. Istotnie nawet śmiesznym byłoby wymagać, żeby astronom wciąż w myśli sobie powtarzał: o rzeczywistym wszechświecie nic wiedzieć nie mogę, tymczasem trzymam się systemu Kopernika, bo on jest najprostszy. Albo żeby chemik sobie wciąż mówił: Nie wiem, czy są atomy; wiem tylko tyle, że wszystko tak się odbywa, jak gdyby materja rzeczywiście się składała z atomów. Z czasem mimowoli wytworzy się w nich pewna wiara w te teorje, które tak często okazywały się jakby drogowskazem nieomylnym. A jeżeli koniecznie mamy w coś wierzyć, toć oczywiście w system będący ostatnim wykwitem nauki. Tylko pamiętajmy o jednej rzeczy: wystrzegajmy się upartego konserwatyzmu, łączącego się zwykle z taką wiarą; gdy jedna teorja okaże się wadliwą wobec postępów nowszych, nie wahajmy się zastąpić ją inną i nie wyrzekajmy na

bankructwo nauki, bo nauka nie każe nam wcale wierzyć w rzeczywistość swego światopoglądu.

---

3. Do podobnych wniosków, jak poprzednio, dojdziemy też, jeżeli będziemy rozważali zadanie fizyki i pod innym względem, a to nam równocześnie oświetli cały przedmiot z nowego punktu widzenia. Dotychczas bowiem zastanawialiśmy się nad jedną częścią tego, co uważaliśmy za zadanie tej nauki: nad tym, czy ona rzeczywiście poznaje właściwą istotę zjawisk przyrody, obecnie zaś zajmijmy się krytyczną analizą drugiej części zadania fizyki: objaśniania tych zjawisk.

Jeżeli chodzi o tłumaczenie czynności ludzkich albo i zwierzęcych, objaśniamy je zazwyczaj najlepiej, wskazując cel, w którym zostały podjęte. Podobnie też w starożytności, a zwłaszcza w wiekach średnich, usiłowano nieraz tłumaczyć zjawiska przyrody na podstawie celowości, a posuwano się w naiwności tak daleko, że upatrywano w różnych zjawiskach przyrody urządzenia ustanowione celowo dla pożytku ludzkości. Dzisiaj żaden przyrodnik nie uznaje celowości w przyrodzie, ponieważ nie można przyrody personifikować, jak gdyby istoty myślącej i planującej. Celowość byłaby zrozumiała tylko z punktu widzenia tych, co przyjmują hipotezę, że przyroda została stworzona przez istotę inteligientną, z planem i celem z góry ułożonym. W przyrodzie martwej żadnych śladów celowości nie dostrzegamy, a także w zakresie przyrody żywej nauczyliśmy się od Darwina obywać się bez tego pojęcia. Jego wielką zasługą jest wykazanie na przykładach najjaskrawszych, jak urządzenia pozornie celowe powstają jako naturalny wynik przyczyn naturalnych, nie osobistych (np. walka o byt, dobór naturalny, dziedziczność), którym absolutnie żadnego dążenia ku celowi z góry ułożonemu przypisać nie można. To też przyrodnikowi stawianie pytań jak: Po co istnieje człowiek? W jakim celu istnieje Ziemia? i t. p. wydaje się zupełnie bezsensowne. Sposób objaśniania przy pomocy pojęcia celowości jest dzisiaj usunięty z nauk przyrodniczych jako naiwny antropomorfizm.

W jaki sposób więc objaśniamy zjawiska przyrody? Jeżeli

jakieś zdarzenie zwróci naszą uwagę, pragniemy mimowoli zrozumieć, dla czego ono się stało; szukanie przyczyny tego zdarzenia jest pierwszym szczeblem, służącym do jego objaśnienia. Spostrzegamy np., że lampka elektryczna, która się spokojnie świeciła, nagle zgasła. Zjawisko dla nas niezrozumiałe. Objaśnia nam je monter zakładu elektrycznego przez wskazanie przyczyny zgaśnięcia lampki: stopka się przepaliła. Wyjaśnienie zupełne wymaga jeszcze objaśnienia tej przyczyny, czyli wyszukania dalszych przyczyn. Stopka się przepaliła, bo druty w jednym miejscu były źle izolowane i przy zamknięciu drzwi powstało krótkie spięcie.

Zdarzenie uważamy za wyjaśnione, jeżeli je tym sposobem sprowadziliśmy do przyczyn takich, których sposób działania jest nam dostatecznie znany i dlatego wydaje się nam zrozumiały. Takie tłumaczenie przyczynowe jest to sposób objaśniania nietylko normalny w życiu codziennym, ale typowy dla nauk przyrodniczych jakoteż i historycznych. Opiera się ono na t. zw. prawie przyczynowości, będącym wynikiem przeświadczenia, którego nabywamy nieświadomie, wskutek całego naszego doświadczenia życiowego, i które dla tego ma charakter niemal instynktowny, a prawo to twierdzi: 1) że każde zdarzenie ma swoją przyczynę, 2) że jednakowe przyczyny wywierają skutki jednakowe. Jeżeli się jednak zastanowimy nad pojęciem przyczyny, przyznać musimy, że tkwią w nim tak samo jak w pojęciu celowości pewne pierwiastki antropomorficzne, przeniesione z zakresu psychiki ludzkiej na zewnętrzny świat martwy. Wymieniając przyczyny jakiegoś zjawiska, mimowoli podsuwamy przyrodzie pobudki i wyprowadzamy z nich umotywowane działanie: zniżka barometryczna była przyczyną deszczu; deszcz był przyczyną tego, że nie poszedłem na spacer. Stąd pochodzą dążności, w nowszych czasach coraz silniej występujące, wyrzucenia także słowa »przyczyna« z obrębu nauk ścisłych.

Wiadomo, że blizko 200 lat temu angielski filozof Dawid Hume, poddając pojęcie przyczyny analizie krytycznej, doszedł do wniosku, że w przyrodzie nigdy nie dostrzegamy przyczyn, że stwierdzić możemy zawsze tylko stałe następstwo zja-

2*

w i s k. Istotnie, czy widzimy, że potarcie zapałki jest przyczyną jej zapalenia? Nie, jedynie tyle powiedzieć można, że konstatujemy fakt regularnego następstwa: potarcie — zapalenie. Tak samo w jakimbądź innym przykładzie nigdy nic ponad fakt regularnego następstwa stwierdzić nie zdołamy. Przyczynowości tylko domyślamy się.

Uwaga niewątpliwie słuszna i nie tak błaha, jak napozór może się niejednemu wydać. Konsekwencje z niej wyciągnął KIRCHHOFF, wypowiadając w przedmowie do swej mechaniki (r. 1876), że zadaniem fizyki nie jest badanie przyczyn zjawisk, zadaniem jej jest o p i s y w a n i e z j a w i s k a f i z y c z n e g o w s p o s ó b n a j p r o s t s z y. To powiedzenie KIRCHHOFFA z jednej strony znalazło żywy poklask, z drugiej — było zwalczane z największą zaciętością: zadaniem fizyki byłoby tylko opisywanie, więc nie różniłaby się ona niczym od opisowych nauk przyrodniczych, np. od systematyki zoologicznej?

Starajmy się zrozumieć na przykładach, jak KIRCHHOFF pojmuje to opisywanie. Wiadomo, że KEPLER ujął prawa ruchu planet w trzy prawa nazwane jego imieniem: 1) planety krążą po elipsach około słońca jako ogniska, 2) promień wodzący, poprowadzony od słońca ku planecie, przebiega w jednakowych czasach jednakowe powierzchnie, 3) kwadraty czasu obiegu różnych planet są w stosunku trzecich potęg ich średnich odległości od słońca.

Wiadomo też, że NEWTON wnioskowaniem matematycznym na podstawie tych praw doszedł do wyniku: »siła, która powoduje ruchy planet, jest proporcjonalna do mas, a odwrotnie proporcjonalna do kwadratu odległości«; krótko nazywamy ją: siłą grawitacji. Z drugiej strony odwrotnie: z prawa grawitacji NEWTONA wyprowadzić można prawa KEPLERA jako konieczną konsekwencję.

Otóż za KIRCHHOFFEM pytamy się: jeżeli NEWTON na podstawie ruchu planet doszedł do wniosku o istnieniu siły grawitacyjnej, czy znaczy to, że siła grawitacji jest p r z y c z y n ą ruchu planet? Czy wogóle twierdzenie o istnieniu grawitacji objaśnia nam te zjawiska? Wszak ta grawitacja nie jest rzeczą z góry nam znaną; mówiąc, że istnieje siła grawitacji mię-

dzy dwoma ciałami, stwierdzamy tylko, że istnieje pewne przyśpieszenie ich ruchu względnego. Więc prawa KEPLERA a prawo grawitacji NEWTONA są to ujęcia tej samej obserwacji w dwie formalnie różne, choć rzeczowo równoważne formy, nie podające nam jednak istotnego wytłumaczenia zjawiska. Przypomina to najzupełniej tego doktora z »Le Malade imaginaire« MOLIÈRE'A, który tłumaczy, czemu człowiek zasypia pod wpływem opjum: »bo opjum posiada siłę usypiającą«. Z tych dwu równoważnych form konstatowania tej samej rzeczy, czyli form opisu w znaczeniu KIRCHHOFFA, drugi — sposób NEWTONA — jednak jest znacznie prostszy i zwięźlejszy, ponieważ w jednym powiedzeniu, ujętym w prostą formułkę matematyczną, obejmuje owe trzy powiedzenia, a oprócz tego wykazuje także wyraźnie powszechność tych prawideł ruchu oraz łączność ich ze zjawiskami ciężkości na ziemi.

Dzisiaj porzucamy wogóle definicję: siła jest to przyczyna ruchu, albo raczej: przyczyna zmiany ruchu (przyśpieszenia), bo to jest powiedzenie bez treści, lecz według MACHA powiadamy: siła jest to iloczyn z masy i przyśpieszenia. Gdy z pojęcia siły usuniemy myśl uboczną, asocjację pewnego dążenia, działania, która oczywiście jest elementem antropomorficznym, obcym przyrodzie martwej, to, powiadając, że istnieje siła powszechnej grawitacji, nie powiadamy nic innego, jak tylko konstatujemy regularne istnienie pewnej właściwości ruchów wzajemnych wszystkich ciał. Podobnie, podając powinowactwo chemiczne lub energję chemiczną, jako przyczynę pewnej reakcji chemicznej, niczego nie tłumaczymy, lecz tę samą rzecz opisujemy innemi słowami, podkreślając przytym regularność i ogólność zjawiska. Ogólnie biorąc zatym, zadaniem ostatecznym fizyki jest znalezienie formy opisu, ile możności prostej i zwięzłej, całokształtu zjawisk fizycznych.

Temu stanowisku KIRCHHOFFA musimy przyznać zupełną słuszność, oczywiście z zastrzeżeniem, że słowo »opis« rozumiemy nietylko jako opis bezpośredni oddzielnych wypadków, lecz także w znaczeniu rozszerzonym, jako opis pośredni, ujmujący je wszystkie w jedno prawidło ogólne, równoważne z niemi nie co do formy, lecz co do treści wewnętrznej.

W nieco odmienny znów sposób określa MACH zadanie fizyki. MACH także najenergiczniej występuje przeciwko wprowadzaniu do fizyki pojęcia przyczyny i wogóle jakichbądź pierwiastków antropomorficznych. Uczony ten tłumaczy istotę nauki jako objaw dążenia do ekonomji myślenia i za jej cel uważa ułatwienie objęcia myślowego całej mnogości poszczególnych faktów za pomocą jednej prostej formułki. Zadaniem fizyki zatym jest podług niego znalezienie związków funkcyjnych między zjawiskami fizycznemi. Treść każdego prawa fizyki da się wypowiedzieć w formie równania matematycznego, a takie równanie wyraża zawsze istnienie pewnego związku między wielkościami, wchodzącemi w równanie. Więc żądając znalezienia tych związków funkcyjnych, ujmujemy istotnie zadanie fizyki w formę o ile możności ogólną. W tych przykładach trzy prawa KEPLERA wyrażają się przez trzy równania matematyczne, określające związek między czasem a spółrzędnemi miejsca planet i ich prędkościami. Podobnie prawo grawitacji podaje związek między przyśpieszeniem, doznanym przez ciało niebieskie a masami i odległościami innych ciał. Ostatecznym ideałem nauki byłoby znalezienie funkcji, któraby określała zależność jakiejbądź wielkości fizycznej od wszystkich czynników na nią wpływających.

Na takie postawienie kwestji można się także najzupełniej zgodzić, z zastrzeżeniem jednak, że słowo »związek funkcyjny« będziemy rozumieć w znaczeniu nieco szerszym, nie ograniczając się do związków, dających się w prosty sposób sformułować matematycznie. Takie związki bowiem można wyrazić nietylko wzorem matematycznym; czasami odpowiedniejsze może być przedstawienie gieometryczne, albo przedstawienie przy pomocy jakiegoś mechanizmu, o czym jeszcze będzie mowa później przy sposobności rozważania zapatrywań BOLTZMANNA.

Weźmy jako przykład powiedzenie lorda KELVINA, że atomy zachowują się, jak gdyby były obręczami wirowemi cieczy nieściśliwej, nakształt owych kółek dymu, które wprawni palacze tytoniu potrafią puszczać, — nie zastanawiając się zresztą wcale nad kwestją, czy to porównanie było słuszne. Zawiera ono w sobie, w zwięzłej, prostej formie, najrozmaitsze związki między ruchami,

objawami wzajemnego przyciągania i t. d. o takiej komplikacji matematycznej, że nawet jeszcze nie zdołano ich całkowicie wyrazić w formie rachunkowej (początek dała praca J. J. THOMSONA o obręczach wirowych). Oprócz tego zauważyć należy, że ten sam związek wyrazić możemy zwykle różnemi sposobami i wtedy z pomiędzy nich wybieramy sformułowanie o ile możności najprostsze. Widzimy, że zasadnicza myśl okazuje się identyczną ze zdaniem KIRCHHOFFA, tylko że wyraz »opis« jest zastąpiony u MACHA przez »związek funkcyjny«.

Jakże wobec tych dwu reprezentantów trzeźwego przedstawienia faktycznego zachowywali się zwolennicy tłumaczenia przyczynowego? Otóż przedewszystkim starano się oczyścić pojęcie przyczyny z owych grubo antropomorficznych przymieszek i sformułowano definicję: gdy jedno zjawisko *A* jest przyczyną drugiego *B*, to znaczy tylko tyle, że po zjawisku *A* koniecznie musi nastąpić zjawisko *B*.

Tu już niema mowy o działaniu i t. d., pozostało tylko następstwo stałe i konieczne. Cóż jednak oznacza konieczność? To, że inaczej być nie może. Takiemu pojęciu przyczynowemu w przyrodzie znów przeciwstawić można przedtym wspomniane rozważania HUME'A, wykazujące, że niema sposobu stwierdzenia konieczności w zjawiskach przyrody, że stwierdzamy tylko regularność, czyli następstwo stałe. Konieczności możemy się domyślać, jeżeli się nam podoba; albo możemy się też ograniczyć do skonstatowania związku stałego. Wszystko jedno, czy powiemy: »tarcie zawsze wywiązuje ciepło«, czy też powiemy: »tarcie musi koniecznie zawsze ciepło wywiązywać«. Różnica będzie może pod względem logicznym ciekawa, ale dla przyrodnika najzupełniej obojętna. Sądzę, że w pojęciu konieczności są zawarte pewne skojarzenia ludzkie: nieuniknionego przymusu, daremnego usiłowania wywołania zjawiska przeciwnego. A to są oczywiście domieszki obce przyrodzie martwej, i jeżeli je usuniemy, czy pozostanie coś innego, prócz związku stałego? Nie sądzę.

Matematyk francuski PAINLEVÉ wyraża prawo przyczynowości mniej więcej w tej formie: »Wobec tych samych warunków (przyczyn), powstają zawsze i wszędzie te same zjawiska

(skutki)«. W jego twierdzeniu niema mowy o konieczności, przyczynowość już nic innego nie oznacza, jak tylko regularność, prawidłowość zjawisk przyrody.

To jest istotny fundament, na którym opiera się nietylko fizyka, lecz wszystkie nauki przyrodnicze. Ludy dzikie, nie mogąc dopatrzeć się prawidłowości w niektórych objawach przyrody, wierzą, że wynikają one z kaprysów, z zachcianek jakichś duchów i bożków. W miarę postępu kultury, zakres działania tych bożków stale maleje, zakres zaś zjawisk poznanych rośnie.

Dzisiaj doszliśmy do tego, że uważamy przyrodę za mechanizm nieosobowy, postępujący stale według prawideł wiecznych, powszechnych, niezmiennych. Cuda i kaprysy są usunięte. To zatym jest istotne znaczenie prawa przyczynowości w przyrodzie, które nam ocalało po jego roztrząsaniu krytycznym. Jeżeli słowa »przyczyna« używamy wyłącznie w sensie tak określonym, do oznaczenia regularnego następstwa, to także z punktu widzenia Kirchhoffa i Macha nic temu zarzucić nie można, gdyż wówczas tłumaczenie przyczynowe oznacza tylko stwierdzanie regularnego związku zjawisk.

Zatym pokazałoby się tutaj, jak zwykle w tego rodzaju dyskusjach, że cały spór powstał tylko z niejasnego określenia słów, i że w gruncie rzeczy zapatrywania na zadanie fizyki, pozornie zupełnie rozbieżne, w istocie rzeczy mało się różnią. Jednak rozpatrzenie tych kwestji nie jest zbyteczne, gdyż historja nauki uczy, że niezrozumienie i nadużywanie tych haseł nieraz pociągało za sobą daleko sięgające konsekwencje.

Do kwestji, który ze wspomnianych sposobów wysłowienia jest najodpowiedniejszy, dorzucimy jeszcze kilka uwag. Uznajemy zatym zasadę przyczynowości, oczyszczoną z domieszek niejasnych, ludzkich i metafizycznych, jako kwintesencję wszelkich doświadczeń i obserwacji, które wszystkie stwierdzają niezmienną prawidłowość przyrody. Zupełną słuszność przyznajemy także tym, którzy przejęcie się zasadą przyczynowości w tej formie uważają za kardynalny warunek myślenia przyrodniczego i w tym upatrują wysoką wartość wychowawczą

fizyki, jak i innych nauk przyrodniczych, że one wpajają tę zasadę w umysł dziecięcy.

Mimo to, używanie wyrazu »przyczyna« jest w fizyce naukowej wskazane w bardzo ograniczonym zakresie, a to z następujących powodów. Po pierwsze, w zjawiskach zasadniczych, do których sprowadzamy wszystkie zdarzenia specjalne, występują zazwyczaj nie przyczyny pojedyncze, lecz całe kompleksy przyczynowe, których żaden składnik nie wyróżnia się zasadniczo z pośród innych, a stąd pochodzi niejasność, co mamy uważać za przyczynę właściwą.

Jeżeli np. obserwujemy pozycję planety Saturna dzisiaj i za rok, konstatujemy zmianę i pytamy się, jaka jest przyczyna tej zmiany. Otóż na zmianę tę wpłynęły: prędkość, którą Saturn dzisiaj posiada, oraz wszystkie czynniki, zmieniające ją wskutek wywierania siły grawitacyjnej, t. j. Słońce, wszystkie inne planety, przedewszystkim Jowisz, potym Uranus, Neptun, Mars, Ziemia i t. d. W tym wypadku może sobie jeszcze poradzimy, pomijając przyczyny »uboczne«, sprowadzające stosunkowo mniejszy skutek. Ale jeżeli np. chodzi o zmianę siły elektrycznej w danym punkcie przestrzeni (fale elektryczne), to wiemy, że jest ona wynikiem rozkładu sił elektrycznych, który dawniej panował w całej przestrzeni, otaczającej ten punkt, i wszystkie części tej przestrzeni, równie odległe, muszą być uważane za równie uprawnione źródła owej zmiany. Mamy więc w tym wypadku nieskończoną liczbę przyczyn nieskończenie małych.

Czy zamiast tego nie lepiej wogóle usunąć słowo »przyczyna« i ograniczyć się do skonstatowania zależności danego zjawiska od pewnych warunków. Będzie to opis prawidłowości zupełnie jasny i wystarczający.

Łączy się z tym druga uwaga: że przyczyna zawsze musi poprzedzać skutek, zatym pojęcia te nie dają się stosować do zjawisk równoczesnych, ani też do zjawisk, połączonych ze sobą związkiem odwracalnym. Dociekając przyczyn zasadniczych w zjawiskach fizyki, napotykałoby się wciąż problematy w rodzaju pytania: co było na początku, jaje, czy kura? Każda fala elektryczna wywołuje falę magnetyczną, i na odwrót każda fala magnetyczna wywołuje falę elektryczną. Każde z tych zja-

wisk można równie dobrze uważać za przyczynę, jak za skutek. Czyż nie racjonalniej zamiast tego skonstatować po prostu, że te zjawiska zawsze są połączone, że zawsze występują wspólnie i równocześnie.

Równania matematyczne, określające zjawiska mechaniki i elektryczności, są przeważnie także odwracalne w tym znaczeniu, że stan poprzedzający da się wyrazić jako funkcja stanu późniejszego. Wobec tego jedyny racjonalny sposób badania jest stwierdzenie związku funkcjonalnego tych wielkości z porzuceniem zupełnym wyrazu »przyczyna«, który w niczymby sprawy nie wyjaśniał.

Wogóle w miarę wyrobienia naukowego, przekonywamy się, że fizyka postępuje w swoim rozwoju tak, że przedewszystkim bada przebieg zjawisk, nie zaś ich przyczyny. Właściwy sposób pytania fizycznego jest: »jak?« a nie »dlaczego?« To drugie pytanie staje się zbyteczne, gdy na pierwsze odpowiedzieć potrafimy. To też można przestudjować całe obszerne dzieła z zakresu fizyki teoretycznej, nie spotykając się ani razu z użyciem wyrazu »przyczyna«.

Oczywiście jednak są inne dziedziny, gdzie pojęcie to znajduje szerokie pole zastosowania. Opis bezpośredni albo pośredni, w znaczeniu Kirchhoffa, posługuje się przedewszystkim językiem matematycznym; również i wykazanie związków funkcjonalnych według Macha da się stosować z powodzeniem jedynie w obrębie nauk ścisłych, a przedewszystkim w fizyce matematycznej. Przy wykonywaniu doświadczeń fizycznych oraz w naukach przyrodniczych w szerszym znaczeniu, zwłaszcza w biologji, gdzie dzisiaj jeszcze mowy być nie może o opisywaniu matematycznym, tak samo jak i w praktyce życia codziennego, najlepiej objaśniamy zjawiska przez podawanie ich przyczyn. Zwłaszcza, że tam najwybitniej występuje, jako charakterystyczna cecha zjawisk: ich nieodwracalność, i że wskutek tego prawie nigdy niema wątpliwości, co należy uważać za zjawisko pierwotne, a co za wtórne.

Powróćmy raz jeszcze do określenia zadania fizyki przez Kirchhoffa i Macha, by dorzucić następujące uwagi. Zdaje mi się, że Mach za mały kładzie nacisk na możliwe uproszczenie

owych związków funkcjonalnych, co jest przecież rzeczą pierwszorzędnego znaczenia... Określenie zaś KIRCHHOFFA będzie źródłem wiecznych nieporozumień, wskutek tego, że wyrażenie »opisanie« w potocznym języku oznacza tylko skonstatowanie znamion pewnego przedmiotu bezpośrednio w oczy wpadających. Uwydatnia się to także w terminologji stosowanej powszechnie, która naukom ścisłym, używającym spekulacji matematycznych (jak fizyka, chemja, astronomja), przeciwstawia opisowe nauki przyrodnicze (biologiczne). Ze względu na te uwagi może najlepiej określimy zadanie fizyki w następujący sposób: zadaniem fizyki jest zbadanie prawidłowości, występujących w przyrodzie, oraz systematyczne przedstawienie ich w sposób, o ile możności, zwięzły i prosty.

---

4. W jakim celu jednak podejmuje się tego zadania? Cel naszej nauki, jak zapewne też każdej innej, jest dwojaki: idealny i praktyczny. Wrodzone pragnienie wiedzy, chęć poznania tajemnic przyrody, bez względu na korzyści praktyczne, zapewne zawsze były główną sprężyną badań na tym polu. Wprawdzie istnieją ludzie, najzupełniej obojętni dla uroku czysto naukowych badań przyrodniczych: »czyż warto zajmować się badaniem ruchów jakichś gwiazd, może nawet niewidzialnych gołym okiem, lub spekulacjami nad strukturą drobin i atomów, wszak to na nic się nie przyda«. Ale na szczęście istnieją także dziwacy, głoszący hasło: »nauka dla nauki!« i walczący w imię »nauki nieużytecznej«.

Tacy dziwacy, przejęci bezinteresownym entuzjazmem, tacy mężowie jak KOPERNIK, GALILEUSZ, NEWTON, FARADAY, ROBERT MAYER, MAXWELL i t. d. zawsze byli pierwszemi pjonierami postępu i im przedewszystkim zawdzięczamy osiągnięcie dzisiejszego poziomu nauki i kultury. Zapewne każda nauka potrafi wzbudzić zainteresowanie a nawet prawdziwy zapał w człowieku typu intelektualnego, ale fizyka, jako nauka o podstawowych prawach przyrody, wysuwa się na jedno z naczelnych miejsc i zajmie szczególnie te umysły, które łączą zamiłowanie przyrody ze zdolnością do ścisłego krytycznego myślenia, a zwłaszcza z pewną skłonnością systematyczno-konstruktywną.

August Comte powiada, że celem nauki wogóle jest przewidywanie przyszłości. To może jest określenie za ciasne, wszak istnieją nauki, zajmujące się wyłącznie przeszłością i nie mające żadnej pretensji do przepowiadania. Ale z pewnością fizyka, wraz z astronomją i chemją, przed wszystkiemi innemi odznacza się tym, że pozwala nam przewidywać zjawiska. Wnioskowanie o przeszłości wchodzi także w jej zakres, ale to jest ciekawe, że potrafi ona przewidywać nawet z większą łatwością przyszłość niż odgadywać przeszłość, a to z powodu tak zwanych zjawisk nieodwracalnych. To jest także jedna z właściwości nauk fizycznych, która nadaje im szczególny powab.

Podnieść należy jeszcze wysoką wartość wychowawczą fizyki, jako szkoły myślenia i szkoły charakteru. Wszak chodzi tu przedewszystkim o objektywne konstatowanie faktów, bez względu czy potwierdzają nasze przypuszczenia, czy nie; wyrobić to musi pewien zmysł objektywnej sprawiedliwości i prawości, przyzwyczaja do ostrożnego wydawania sądu, kształci niemal fanatyzm prawdy. Fizyka między innemi naukami przyrodniczemi zajmuje miejsce o tyle wyjątkowe, że materjał jej jest możliwie najprostszy, a sposób rozumowania możliwie najściślejszy. Matematyka natomiast operuje wyłącznie pojęciami oderwanemi; jest ona doskonałą szkołą myślenia, ale tylko w zakresie abstrakcyjnej logiki formalistycznej, nie zaś pod względem zastosowania do świata zewnętrznego. Dla tego też fizyka jest ogromnie cenną szkołą dla wyrobienia umysłowego; metoda jej stała się przykładem dla wszelkich innych nauk przyrodniczych, a po części także i humanistycznych.

Badaniom fizycznym wraz z astronomją zawdzięczamy głównie wyrobienie się przeświadczenia o niezmiennej prawidłowości, która tu najjaśniej występuje, wyrzucenie fetyszyzmu, zabobonów i cudów z nauki. Ścisłość matematyczna praw zasadniczych astronomji i mechaniki, możliwość absolutnie pewnego przepowiadania zjawisk na odległą metę najwięcej się przyczyniły do tego, że prawa przyrody uznano za bezwzględnie ścisłe i niezmienne.

Dla innych nauk przyrodniczych fizyka ma zatym pierwszorzędne znaczenie jako nauka pomocnicza, a to z powodu, że

1) uczy nas praw podstawowych, na których ostatecznie muszą się opierać wszystkie inne zjawiska, 2) daje innym naukom przykład stosowania metod ścisłych badania, 3) daje im środki pomocnicze do wykonywania badań, jak mikroskopy, galwanometry i t. p.

Podnieść specjalnie wypada jeszcze doniosłość fizyki, jako podstawowej nauki dla fizjologji człowieka i z nią związanej medycyny; wszak ucho, oko i t. p. są to narzędzia fizyczne. Odwrotnie znów, fizjologiczne badania narzędzi zmysłowych objaśniają powstawanie wrażeń zmysłowych, na których ostatecznie opiera się cała fizyka i wszelkie wnioskowanie o świecie zewnętrznym.

Zresztą, jeżeli mowa o praktycznych celach fizyki, to rzecz jasna, że jej przedewszystkim zawdzięcza człowiek ujarzmienie sił przyrody, na niej opiera się cała dzisiejsza nasza technika, i ona wskutek tego, jak żadna inna nauka, wpłynęła na ukształtowanie naszego życia codziennego. Kto, pracując w zawodzie technicznym, nie zadowala się rutyną rzemieślniczą, ale pragnie wynajdywać własne drogi postępu, ten nigdy żałować nie będzie czasu i trudu poświęconego gruntownemu wyćwiczeniu się w fizyce. W wielu dzisiejszych szkołach politechnicznych za mało jeszcze zwracają uwagi na ten przedmiot. Mechanika oczywiście od dawien dawna jest uważana za fundament nauk technicznych, ale inne działy często są traktowane o wiele pobieżniej. A wiadomo, jak z pozornie nieużytecznych badań naukowych wyrodziły się najdonioślejsze wynalazki; przykładów tego rodzaju dostarcza historja nauki na każdym kroku, a zwłaszcza dzieje nauki o elektryczności w związku z elektrotechniką są tego najwymowniejszym przykładem.

Wogóle nauka temu najpiękniejsze przynosi owoce, kto się jej poświęca całą duszą i kto umie przejąć się głęboko jej problematami. Dlatego też radzimy tym, którym okoliczności nie pozwalają oddać się jej całkowicie, żeby nauką zajmowali się choćby krótko, ale intensywnie i bez względów ubocznych, bo krótkowzroczny utylitaryzm okazuje się na tym polu dziwnie bezowocnym.

Ogólnikowy pogląd na związek różnych działów fizyki

z praktycznym zastosowaniem w technice daje schemat następujący:

Mechanika ciał sztywnych i sprężystych:	Architektura
	Inżynierja
	Budowa maszyn
cieczy:	Budowy wodne, budowa statków
gazów:	Aeronautyka
Nauka o cieple:	Technika zimna, ogrzewania, wentylacji
Elektryczność:	Elektrotechnika
	Elektrochemja
Chemja:	Chemja techniczna

Dzisiaj pewna ogólnikowa znajomość kierunków techniki nowoczesnej oraz zrozumienie jej podstaw naukowych są oczywiście niezbędne dla każdego człowieka wykształconego, pragnącego zorjentować się w praktyce życia codziennego, i z tego punktu widzenia czysto praktyczna wartość fizyki jest tak oczywista, że zbytecznym byłoby szczegółowe roztrząsanie tej sprawy. Niestety, i dzisiaj jeszcze spotykamy w towarzystwie dość okazów ludzi t. zw. »wykształconych«, którzy na otaczające ich w wielkim mieście udogodnienia techniczne patrzą z takim zrozumieniem, jak Murzyn z głębi Afryki, przeniesiony do Europy, z tą różnicą, że Murzyn jeszcze się dziwi, a oni już stracili zdolność dziwienia się i podziwiania. Są to wyniki jednostronnego wykształcenia filologiczno-literacko-historycznego, jakie jeszcze u nas panuje.

---

5. Ponieważ przedmiotem fizyki są zjawiska otaczającego nas świata, albo, ściślej mówiąc, wrażenia nasze o nim, o których a priori nie mamy żadnej intuicyjnej świadomości, jest rzeczą jasną, że zasadniczą metodą badania musi być tu metoda i n d u k c y j n a, charakterystyczna także dla innych nauk przyrodniczych: polegająca na zbieraniu materjału doświadczalnego, na klasyfikowaniu tego materjału i abstrahowaniu z niego prawideł ogólnych. Przeciwnie, filozofowie starożytni, a zwłaszcza średniowieczni, mniemali, iż prawa zjawisk fizycznych można poznać, stosując metodę dedukcyjną: wychodzili z pewnego

twierdzenia ogólnego, zasadniczego, co do istoty świata, które im się wydawało oczywistym, a które my dzisiaj uważamy zazwyczaj za śmieszny przesąd, i za pomocą wnioskowania logicznie dedukcyjnego wyprowadzali specjalne wnioski o różnych zjawiskach przyrody. Nie zrażali się nawet wcale tym, że naturalnie każdy filozof, zależnie od swego punktu wyjścia, dochodził do odmiennych wniosków. Jak długo utrzymywały się przesądy tego rodzaju, wskazuje np. historja astronomji. Uczonym tym wydawało się oczywistym, że planety muszą się poruszać po kołach, bo to jest krzywa »najdoskonalsza«. Czasami też instynktowne poczucie wydawało dobre rezultaty; tak np. zasady statyki wyprowadzono (przez Archimedesa a później Stevinusa) na podstawie wcale nieoczywistej.

Dzisiaj wcale pojąć nie możemy owego wstrętu Greków i uczonych scholastyków do doświadczeń, owego pociągu do bezpodstawnych spekulacji i stosowania ich w naukach przyrodniczych. Prąd ten wydaje się nam jakby obłędem, hamującym rozwój tych nauk, zwłaszcza wskutek powagi Arystotelesa, przez cały przeciąg starożytności i średniowiecza, od którego dopiero Bacon (1561—1626) nas uwolnił, przez jasne uznanie doświadczenia jako podstawy badań i przez wyraźne sformułowanie zasad metody indukcyjnej.

Oczywiście nie znaczy to, żeby nikt przed Baconem nie stosował indukcji, wszak każdy człowiek w codziennym życiu mimowoli i bezwiednie ją stosuje, gdy na podstawie doświadczeń wyrabia sobie pewien pogląd. Zresztą już np. Ptolemeusz badał systematycznie związek kąta załamania promieni światła z kątem wpadania, a tak samo niektóre późniejsze badania Galileusza i innych wykazują typowe cechy indukcji. Ujęcie zasad indukcji przez Bacona było nawet pod wielu względami wadliwe, gdyż Bacon pojmował indukcję jako czynność zbyt mechaniczną, odbywającą się bez wszelkiego udziału spekulatywnego rozumu. Ale mimo to historyczne znaczenie jego wystąpienia było ogromne; odtąd dopiero stopniowo musiało ustępować bezpodstawne, fantastyczne spekulowanie przed badaniami doświadczalnemi, empirycznemi.

Typowych przykładów indukcji nastręcza nam historja fi-

zyki bez końca. Charakterystyczne jest np. poznanie praw grawitacji. Duński astronom Tycho de Brahe, który sam nawet nie uznawał systemu Kopernika, gromadzi surowy materjał empiryczny, wykonywając wielką liczbę dokładnych pomiarów pozycji planet. Kepler poznaje pewne prawidłowości, ukryte w tych danych, i ujmuje te wyniki w trzy prawa, o których poprzednio już była mowa, Newton przez analizę matematyczną tych regul empirycznych dochodzi do sformułowania swego prawa grawitacji. Poznaje dalej, że ciążenie ciał ku środkowi ziemi jest jedynie specjalnym wypadkiem tego prawa; a następne badania ruchów komet, ruchów gwiazd podwójnych utwierdzają je i rozszerzają zakres jego ważności na obszar całego naszego świata kosmicznego. Zatym: pewna liczba oddzielnych faktów doświadczalnych jest dana, a wyprowadza się z nich regułę ogólną; wnioskuje się o zasadniczym prawie podstawowym, które obejmuje nietylko owe fakty oddzielne, lecz całą mnogość zjawisk dalszych.

Inny przykład daje historja rozwoju wiadomości naszych o załamaniu światła. Już Ptolemeusz stara się znaleźć prawo, określające kąt załamania w zależności od kąta wpadania; wykonywa pomiary, nawet stosunkowo dosyć dokładne, ale nie potrafi wynaleźć prawidła matematycznego, łączącego te dwie wielkości. Dopiero Snellius znajduje, że zależność ta ma formę:

$$\sin \alpha = n \sin \beta,$$

gdzie n jest spółczynnikiem stałym dla danych ciał. Z czasem poznano, że spółczynnik ten jednak dla różnych barw światła jest różny, co powoduje rozszczepienie promieni przechodzących przez pryzmat: Markus 1648, Grimaldi 1665, Newton 1704. Niezliczone obserwacje tych zjawisk wskazywały, że rozszczepienie to dla różnych substancji jest różne, jednak zawsze takie, że niebieska część widma jest więcej odchylona niż czerwona. Aż wreszcie w r. 1862 Le Roux odkrył pierwszy wypadek »dyspersji anormalnej«: para jodu odchyla przeciwnie: barwę czerwoną więcej niż niebieską. Badania Christiansena i Kundta stwierdziły, że taki wypadek odwrotnego porządku barw zachodzi zawsze w ośrodkach wyraźnie zabarwionych, (jak np. para jodu, fuksyna, chlorofil i t. d.), i udowodniły tak ścisły zwią-

zek dyspersji anormalnej z barwą ośrodka, czyli z zachodzącą w nim absorbcją światła. Ten związek tworzy przedmiot badań teoretycznych Sellmayera, Helmholtza i Drudego. Badania te wreszcie wytłumaczyły sprawę w ten sposób, że chodzi tu o zjawisko, w którym się uwydatnia wpływ drgań własnych elektronów zawartych w ciele przezroczystym, a równocześnie wynikły z tych rozważań wzory teoretyczne, które istotnie w najdoskonalszy sposób określają zależność spółczynnika załamania od barwy światła i od indywidualnej natury danego ciała.

Widzimy w tym wszystkim cechy charakterystyczne metody indukcyjnej: wychodzenie z surowego materjału empirycznego, abstrahowanie zeń ogólnego prawidła, modyfikowanie i uzupełnianie tego prawidła, w miarę jak dokładność obserwacji wzrasta i nowe fakty przybywają, aż ono otrzymuje formę najściślejszą i najogólniejszą.

Najciekawszy przykład indukcji dają jednak zasady termodynamiki. Czy można z punktu widzenia logiki usprawiedliwić stanowisko Akademji Paryskiej, która w r. 1775 postanowiła nie przyjmować żadnych prac, odnoszących się do projektu perpetuum mobile, gdyż z góry uważała możliwość takiego wynalazku wykluczoną? Na jakiej podstawie tak sądziła? Z tej jedynie przyczyny, że mimo najusilniejszych starań nie udało się nikomu rozwiązać tego zagadnienia? Postępowała ona nie według zasad logiki dedukcyjnej, lecz w myśl indukcji, i do dziś dnia przyznajemy jej rację. Twierdzenie o niemożliwości perpetuum mobile stało się z czasem podstawą dla całej t. zw. termodynamiki, nabrało znaczenia zasadniczego prawa przyrody, w oczach wielu uczonych stało się niemal dogmatem nienaruszalnym! Co prawda, ufność nasza dzisiaj już nie opiera się na daremnych usiłowaniach niedoszłych wynalazców perpetuum mobile, lecz na tym, że się sprawdziły najrozmaitsze wnioski, we wszystkich dziedzinach fizyki i chemji, wyprowadzone w ciągu ostatnich 50 lat przy założeniu niemożliwości perpetuum mobile.

Myli się jednak najzupełniej, kto sądzi, że fizyka posługuje się wyłącznie metodą indukcyjną. Równie wielkie, a może nawet obszerniejsze zastosowanie znajduje też dedukcja, i to na-

daje fizyce charakter odrębny w stosunku do nauk przyrodniczych, tak zwanych opisowych, w których rola dedukcji jest zgoła drugorzędna. Lecz dedukcja w fizyce ma znaczenie całkiem odmienne, niż np. w matematyce. W matematyce same zasadnicze twierdzenia nauki są oczywiste i pewne; na nich budujemy nasze wnioski, z zaufaniem w trwałość podstaw. W fizyce, przeciwnie, zasadnicze prawa są właśnie tym niewiadomym, czego szukamy; więc robimy co do nich tylko założenia warunkowe, przyjmujemy jakąś »hipotezę« i z niej wyprowadzamy sposobem dedukcyjnym wszystkie konsekwencje specjalne, nadające się do skontrolowania doświadczalnego. A z tego, czy one się zgadzają ze znanemi faktami, czy też sprawdzić się dadzą za pomocą doświadczeń umyślnych, wnioskujemy naodwrót o prawdziwości hipotetycznego założenia. Więc jest to dedukcja na podstawie hipotetycznej, ze skontrolowaniem doświadczalnym wniosków.

Wiadomo, jak często takie wnioskowanie naprowadzało badaczy na odkrycie zjawisk poprzednio nieznanych. Wspomnę tylko kilka jaskrawych przykładów. Sławne jest np. odkrycie rachunkowe planety Neptuna przez Leverriera i Adamsa, na podstawie przypuszczenia, że zboczenia, zauważone w biegu Uranusa, pochodzą od grawitacji jakiegoś wówczas nieznanego ciała niebieskiego, które następnie istotnie zostało odkryte teleskopowo przez Gallego. Podobnie odkrycia t. z. »załamania stożkowego« w kryształach podwójnie łamiących dokonał Hamilton na podstawie obliczenia teoretycznego. Podobnie Doppler (1842) twierdził, że zbliżanie lub oddalanie się obserwatora względem jakiegoś źródła falowania musi wpłynąć na częstość drgań obserwowanych, a mianowicie, że to zjawisko objawia się w akustyce jako zmiana wysokości tonu, w dziedzinie optyki zaś jako zmiana barwy światła, a wskutek tego jako przesunięcie linji widmowych ku czerwonemu lub niebieskiemu końcowi widma. Zjawisko akustyczne stwierdzono łatwym sposobem doświadczalnym, ale zjawisko optyczne nastręcza trudności o wiele większe; astronomowie tłumaczyli na podstawie zasady Dopplera przesunięcia pozycji linji widmowych, które pierwszy raz obserwował anglik Huggins (1862),

i nauczyli się nawet wyciągać daleko idące wnioski o ruchach ciał niebieskich, ale dopiero BIELOPOLSKIEMU 1901 i STARKOWI 1906 udało się faktycznie stwierdzić, że istotnie ruch źródeł światła wywoluje takie zjawiska.

Sławnym, klasycznym przykładem są również zjawiska fal elektrycznych, których istnienie przepowiedział MAXWELL (1864), a doświadczalnie stwierdził HERTZ (1887), przez co dopiero nadał teorji MAXWELLA rozgłos i na jej korzyść rozstrzygnął dyskusję o podstawach elektrodynamiki.

Wiele przepowiedni tego rodzaju dała nam zwłaszcza teorja kinetyczna gazów oraz nowoczesne teorje elektronów i promieniotwórczości! Wszak teoretyczne spekulacje o rozkładzie atomów naprowadziły RAMSAY'A na podjęcie doświadczeń, które dały nam jedno z największych odkryć nowszych czasów: mianowicie stwierdzenie, że pierwiastki chemiczne nie są niezmienne, że helium wytwarza się z radu.

Podkreśliliśmy tu tylko kilka jaskrawych przykładów; historja fizyki tak w nie obfituje, że nowoczesnemu uczonemu taki właśnie tok badań wydaje się naturalnym i że raczej dziwi się niepomiernie, gdy jego przewidywania teoretyczne nie sprawdzają się doświadczalnie. Prawie cała t. zw. fizyka matematyczna polega właśnie na tego rodzaju dedukcjach z podstaw, o których prawdziwości zdajemy się być przekonani. Oczywista rzecz, że zakres jej są to takie dziedziny, w których już posiadamy ogólną znajomość praw zasadniczych, gdy w dziedzinach zupełnie jeszcze nie uprawianych da się stosować jedynie metoda indukcyjna.

Określiwszy w ten sposób ogólny charakter tych metod, przejdźmy obecnie do bliższego rozważania sposobu ich zastosowania.

---

6. Fundamentem dla indukcji, jakoteż sprawdzianem dla dedukcji jest doświadczenie w obszerniejszym znaczeniu słowa (Erfahrung, l'expérience). Zależnie od tego, czy zjawiska, które nas obchodzą, wywołujemy umyślnie, czy też zachodzą one bez naszego współudziału, odróżniamy doświadczenie w ściślejszym

znaczeniu (Versuch, une expérience), czyli eksperyment, od obserwacji.

W zakresie zjawisk, na których powstawanie nie możemy wpłynąć naszemi środkami, jak ruchy planet, ziemi, zjawiska meteorologiczne i t. p., rozporządzamy jedynie metodą biernej obserwacji. Astronom musi czekać, aż jakaś kometa zbliży się do słońca, tak że jasność jej umożliwi obserwację; eksperymentów nad planetami astronom wykonywać nie może. Tak samo i w naukach biologicznych dawniejszemi czasy ograniczano się do obserwacji, obecnie zaś coraz większego znaczenia nabiera kierunek eksperymentalny, wzorowany na fizyce i chemji.

Obserwacją też nazwiemy dostrzeżenie zjawisk niespodziewanych. W ten sposób wogóle ludzie niefachowi wyobrażają sobie zazwyczaj istotę odkrycia. Rzeczywiście nie brak przykładów, że najdonioślejsze odkrycia dokonane zostały zupełnie przypadkowo, bez jakiegokolwiek z góry powziętego planu. Wymienimy np. odkrycie wpływu prądów galwanicznych na ustrój zwierzęcy przez Galvani'ego (1789), odkrycie wpływu prądu elektrycznego na igłę magnetyczną przez Oersteda (1820), zjawisk termoelektryczności przez Seebecka (1821), odkrycie promieni Röntgena (1895).

Przypadek we wszystkich tych odkryciach odegrał rolę decydującą, ale zjawiska same byłyby przeszły niepostrzeżenie i bez konsekwencji dla nauki i ludzkości, gdyby nie zmysł obserwacyjny eksperymentatorów, ten najcenniejszy przymiot przyrodnika. Zasługą tych mężów było to, że zauważyli zjawiska zupełnie niepozorne, że poznali ich niezwykłość i że podjęli się ich umiejętnego zbadania. Najzupełniej mylne byłoby jednak mniemanie, że taka jest normalna gieneza odkryć naukowych. Są to wypadki zupełnie wyjątkowe w historji nauki. Pospolicie zaś odkrycia nie są wynikiem przypadków, lecz planowej, wytrwałej pracy, doświadczalnej lub też teoretycznej.

W przeciwstawieniu do biernej obserwacji nazywamy eksperymentem lub doświadczeniem, w ściślejszym znaczeniu tego słowa, takie doświadczenia, w których zjawisko podlegające obserwacji dowolnie potrafimy wywołać, albo w których przynajmniej do pewnego stopnia dowolnie potrafimy wpłynąć na jego

przebieg. Oczywiście, że takie badania umożliwiają nam o wiele szybsze i wszechstronniejsze poznanie prawideł odnoszących się do danego zjawiska, niż sama przypadkowa obserwacja; na nich też przedewszystkim polega metoda doświadczalna, właściwa fizyce i chemji.

Metoda przeprowadzania doświadczeń jest przytym odmienna, zależnie od tego, czy natrafiając na nowe zjawisko, postępujemy metodą indukcyjną, czy też drogą dedukcji teoretycznych. W pierwszym wypadku upewniamy się przedewszystkim, w jaki sposób potrafimy wywołać dane zjawisko, a następnie badamy systematycznie, o ile zmiana warunków (np. natura chemiczna, wielkość lub kształt ciał, temperatura, ciśnienie i t. d.) wpływa na jego przebieg.

W drugim wypadku zaś domyślamy się już z góry pewnych związków, co prawda tylko z większym lub mniejszym prawdopodobieństwem, i chodzi nam właśnie o ich sprawdzenie. Dobieramy tedy z góry już warunki doświadczeń celowo tak, ażeby zjawisko samo jak najwyraźniej wystąpiło, ażeby związki jego z różnemi czynnikami najdokładniej się dały skontrolować, ażeby dał się wyrugować wpływ dających się przewidzieć błędów doświadczeń.

Takie doświadczenia dają się urządzić w sposób o wiele doskonalszy, a jedyną wadą ich jest niebezpieczeństwo, żeby eksperymentujący w osądzaniu wyników nie podlegał wpływowi opinji z góry powziętej. Są one właściwym polem popisu dla pomysłowości i zręczności eksperymentatora. Jako przykłady tego rodzaju doświadczeń, a wzory nowoczesnej techniki doświadczalnej, wymienimy: doświadczenia nad prędkością promieni katodowych, doświadczenia Rutherforda nad liczbą i nabojem cząstek α, Ramsay'a nad wydzielaniem się helu z radu, Marxa nad prędkością promieni Röntgena, badania nad prawem promieniowania ciał czarnych, nad ciśnieniem światła, nad magnetycznym efektem elektrycznych prądów konwekcyjnych i t. d.

W każdym wypadku doświadczenie musi być urządzone z planem celowo obmyślanym, jeżeli ma dać wyniki o wartości naukowej. Już Leonardo da Vinci nazwał doświadczenie »pytaniem postawionym przyrodzie«. Ale trzeba też umieć zada-

wać pytania w sposób umiejętny: jak prokurator przy rozprawie sądowej. Robienie doświadczeń bez planu i bez należytego przygotowania jest zabawką prawie bezwartościową.

---

7. Jeżeli wynik doświadczenia da się określić liczbowo, nazywamy to doświadczeniem ilościowym, w przeciwnym zaś razie doświadczeniem jakościowym. Doświadczenia jakościowe są zwykle pierwszym krokiem do wykonania ilościowych. Ostatnie są właściwym celem fizyki doświadczalnej, gdyż dążymy zawsze do możliwie dokładnego, ilościowo ścisłego poznania praw przyrody. Że zjawiska fizyczne i chemiczne tak łatwo nadają się do badań ilościowych, że ich prawa dają się wyrażać w formie matematycznej, to stanowi ich przywilej w porównaniu ze zjawiskami biologicznemi; dlatego zaliczamy je do nauk ścisłych.

Kant powiedział, z pewną przesadą, że w każdej dziedzinie wiedzy tyle tylko jest nauki, ile jest matematyki. Istotnie, postęp w każdej dziedzinie jest ściśle związany z ujęciem zjawisk ze strony ilościowej, t. j. z wprowadzeniem pojęcia wielkości i z wykonaniem odpowiednich pomiarów. Najważniejszą częścią doświadczeń ilościowych jest właśnie mierzenie i ono stanowi główne zadanie badacza, zajmującego się fizyką doświadczalną, nie zaś owe pokazowe doświadczenia, które potocznie nazwane są eksperymentowaniem. Ze wszystkich działów fizyki mechanika najbezpośredniej nadaje się do wykonania pomiarów, i nawet w życiu codziennym używamy przyrządów służących do mierzenia wielkości mechanicznych, (jak miar długości, wagi, zegaru). Dlatego też mechanika historycznie najwcześniej się rozwinęła; stąd pojęcia mechaniczne, jak siła, energja, i t. d. zostały później przeniesione do innych działów; stąd też system jednostek mechanicznych (C. G. S.) ogarnął z czasem obręb całej fizyki. Tak np. w dziedzinie elektryczności nadają się bezpośrednio do pomiarów siły mechaniczne, występujące w elektrostatyce i elektromagnetyzmie, i służą za punkt wyjścia dla teorji elektryczności.

W zakresie zjawisk cieplnych oddawna wprawdzie jako

pojęcie fundamentalne występuje pojęcie temperatury, której zmiany wykazuje termometr. Każdy termometr jednak wykazuje, ściśle biorąc, temperaturę odmienną (nawe tjeżeli się sprawdzi ich punkty 0 i 100), zależnie od materjału, którym jest napełniony i z którego naczynie jest zbudowane. Ale nawet gdyby wszystkie termometry wskazywały jednakowo, moglibyśmy tylko ustanowić podziałkę dowolną (odpowiadającą np. skali tonów na fortepjanie), bo stopnie są to tylko znaki konwencjonalne, określające, która temperatura jest wyższa a która niższa, nie możemy zaś powiedzieć, ile razy dana temperatura jest wyższa od innej. Nie mamy bowiem jednostki, temperatura tak określona nie jest wielkością lecz jakością. Dopiero gdy lord Kelvin na podstawie związku zjawisk cieplnych i mechanicznych wprowadził pojęcie »temperatury bezwzględnej«, oczyszczonej od wszelkich niedoskonałości, od tej chwili temperatura jest wielkością w takim znaczeniu jak długość, masa, i t. d.

I dziś nawet są jeszcze całe działy w fizyce prawie nieopracowane pod względem ilościowym i tu otwiera się olbrzymie pole do pracy i postępu. Do tej kategorji do niedawna zaliczał się dział rozbrojeń elektryczności w gazach, nastręczający dużo sposobności do efektownych doświadczeń (jak iskry, rurki Geislera, Crooksa i t. p.), ale dla badań ilościowych bardzo niedostępny. Dopiero od kilkunastu lat wykonywa się w tym dziale, zwłaszcza dzięki J. J. Thomsonowi i jego uczniom, systematyczne badania ilościowe; one to wraz z rozwojem teorji elektronowej zdołały do pewnego stopnia rozświetlić te zawiłe i dawniej zupełnie zagadkowe zjawiska.

Jako inne, prawie nietknięte działy, wymienimy np. ilościowe badania absorbcji światła, gdyż dotychczas w analizie widmowej ograniczano się do określenia pozycji prążków absorbcyjnych, ale zaledwo spróbowano zmierzyć współczynniki absorbcji; dalej ilościowe badania fosforescencji, fluorescencji i t. p. Podobnie znów w innej dziedzinie: ilościowe badania struktury ciał stałych i związku jej z ich właściwościami.

8. Wykonanie pomiarów doświadczalnych oraz liczbowe ujęcie ich wyników jest ściśle zależne od wydoskonalenia techniki przyrządów mierniczych oraz od stworzenia pewnych wzorców, któremi daną wielkość można wymierzyć w jednostkach określonych.

Praca na tym polu, łączącym niejako naukę czystą z techniką, na którym zasłużyli się także pierwszorzędni uczeni, jest doniosłą dźwignią postępu w nauce. Dopiero wydoskonalenie mierniczych przyrządów elektrycznych, któremu lord Kelvin poświęcił tyle lat życia, umożliwiło rozwój obecnej elektrotechniki, a każde wydoskonalenie galwanometrów, elektrometrów i t. d. otwiera nowe horyzonty badaniom naukowym na polu elektryczności.

Taką samą doniosłość miały w dziedzinie analizy widmowej prace amerykańskiego fizyka Rowlanda w sprawie wydoskonalenia siatek dyfrakcyjnych; w dziedzinie zaś zjawisk cieplnych wydoskonalenie termometrów, przez zbadanie ich błędów, oraz ich usunięcie przy użyciu odpowiednich rodzajów szkła.

Nauka o konstrukcji przyrządów fizycznych, zwana w Niemczech »Instrumentenkunde«, jest naturalnie czymś zupełnie odmiennym od fizyki, ale jest ważną nauką pomocniczą. Jakże często fizyk w swych badaniach napotyka zadania, którym nie odpowiada żaden z kupnych przyrządów mierniczych, tak że musi sobie radzić własną pomysłowością i zręcznością. Do jakich wyników tu dojść można, niech o tym świadczą np. nazwiska Langley'a (bolometr), Boysa (radiomikrometr), Schumanna (granica widma pozafijoletowego), Rubensa (granica widma pozaczerwonego), lub lorda Rayleigh'a (badania optyczne, odkrycie argonu) albo Ramsay'a (mikrowaga i t. d.).

Ażeby wyniki pomiarów móc podać w sposób wszystkim zrozumiały, potrzeba oczywiście ustalenia jednostek, logicznie obmyślanych, dających się ściśle określić oraz nadających się do użycia powszechnego. Od dawien dawna u narodów europejskich bywały używane wspólne miary czasu i kątów, gdy jednak pierwszy raz w roku 1872 podniesiono myśl wprowadzenia wspólnego międzynarodowego systemu miar długości, powierzchni,

objętości i masy, wydawało się to myślą bardzo śmiałą. Dzisiaj przyzwyczajeni jesteśmy do tego systemu metrycznego we wszelkich publikacjach naukowych i wydaje się nam to symptomem zaściankowego zacofania niektórych krajów, że w życiu codziennym system ten jeszcze tam nie obowiązuje.

Przechowywaniem wzorców systemu metrycznego oraz porównywaniem kopji naśladujących te wzorce, kontrolowaniem pochodnych z nich ciężarów precyzyjnych, podziałek długości, sprawdzaniem termometrów i t. p. zajmuje się w Paryżu »Bureau International des poids et mesures«, pierwowzór instytucji tego rodzaju. Jednostki w innych działach fizyki tworzą się jako pochodne, przy pomocy owych miar metrycznych, na podstawie pewnych umów, które przeważnie są wynikiem zjazdów międzynarodowych.

Tak określono np. powszechnie przyjęte miary elektryczne: »ampere«, »volt«, »ohm« i t. d. W miarę doskonalenia dokładności pomiaru, okazuje się czasem potrzeba rewizji dawnych postanowień; obecnie od szeregu lat właśnie taka rewizja jest w toku co do jednostek elektrycznych. Przygotowuje się również pewne ujednostajnienie jednostek świetlnych, czyli fotometrycznych, a robią się próby wydania wzorców promieniotwórczości.

W obrębie Niemiec i Austrji t. zw. »Eichämter« zajmują się cechowaniem, to jest sprawdzaniem przyborów mierniczych, wag, ciężarków, zegarów elektrycznych i podobnych przyrządów, sporządzonych przez fabrykantów w celach przemysłowych, handlowych albo naukowych. Tak zwana »Normal-Eichungscommission« ma ogólny nadzór naukowy nad tą czynnością i wydaje stosowne przepisy. Oprócz tego w Niemczech stworzono »Physikalisch-Technische Reichsanstalt«, jako instytut specjalnie poświęcony pracom precyzyjnym oraz badaniom naukowym nad zagadnieniami łączącemi się z tym przedmiotem. Podobny instytut stworzył rząd angielski w r. 1899 pod nazwą National Physical Laboratory w Teddington pod Londynem, a inne kraje posiadają podobne zakłady na mniejszą skalę.

9. W użytkowaniu materjału surowego pomiarów doświadczalnych postępujemy różnemi sposobami, zależnie od celu badania, mając jednak zawsze to na uwadze, że wyniki mogą być do pewnego stopnia wykoszlawione przez błędy przypadkowe lub systematyczne. Czasem chodzi nam o najdokładniejsze określenie pewnej wielkości, jak prędkości światła, naboju elementarnego elektronu, równoważnika mechanicznego ciepła, stałej grawitacji i t. p. W takim razie wykonywamy wielką liczbę pomiarów w tych samych warunkach i bierzemy wartości przeciętne z wyników otrzymanych, w celu możliwie dokładnego usunięcia b ł ę d ó w p r z y p a d k o w y c h, z których każdy równie dobrze może wynik powiększyć jak zmniejszyć, tak że ich wpływy wzajemnie się znoszą przy tworzeniu tej wartości przeciętnej. Rachunek prawdopodobieństwa dowodzi, że tym sposobem błędy przypadkowe usuwa się z dokładnością wzrastającą w miarę pierwiastka z liczby pomiarów.

Nie usuwa się jednak tym sposobem jeszcze tak zwanych b ł ę d ó w s y s t e m a t y c z n y c h, a uwzględnienie tych błędów jest zazwyczaj wiele trudniejsze i ważniejsze. O ile źródła takich błędów dają się teoretycznie przewidzieć, to staramy się usunąć je przez obliczenie poprawki. Takie umiejętne poprawienie surowych wyników, przez obliczenie błędów systematycznych, jest ważnym szczeblem w pracy eksperymentatora. Można też wykonać kontrolę w sposób empiryczny, zmieniając systematycznie warunki doświadczeń i badając, czy wyniki pomiarów okazują się od nich niezależne. A w razie jeżeli okaże się pewna zależność, zbadanie jej często daje nam możność usunięcia owego czynnika, wpływającego w sposób niepożądany na wynik pomiaru.

Za zadanie typowe dla indukcyjnych badań doświadczalnych w fizyce uważać należy nie określenie jednej wielkości, lecz znalezienie z w i ą z k u między różnemi wielkościami. Tak np. przy badaniach nad prężnością pary wodnej, jakie Regnault wykonał, chodzi o zależność tej wielkości od temperatury wody. W pewnych badaniach Konowałowa chodziło o określenie związku między prężnością pary, wznoszącej się nad mieszaniną wody i alkoholu, a temperaturą tej miesza-

niny oraz jej składem. W pierwszym wypadku wielkość dana, prężność pary, zależy tylko od jednego czynnika: temperatury; w drugim wypadku od dwu czynników (t. zw. zmiennych niezależnych), t. j. temperatury i składu cieczy.

Postępujemy wtedy tak, że oczyszczamy naprzód, o ile można, surowe wyniki pomiarów od błędów przypadkowych lub systematycznych, w sposób poprzednio wspomniany, a potym przedstawiamy te wyniki w formie tablic liczbowych lub sposobem gieometrycznym czyli graficznym, albo wreszcie ujmujemy je w formę wzoru matematycznego. Dziś nawet wytworzyła się osobna gałąź nauki, poświęcona temu celowi, t. zw. nomografja.

Są to niejako trzy kolejne szczeble przeróbki myślowej materjału surowego lub, w myśl Kirchhoffa, jest to stopniowe uproszczenie opisu. Podanie danych obserwacji będzie prymitywnym opisem bezpośrednim, natomiast najdoskonalszym i najprostszym opisem będzie oczywiście formułka matematyczna, gdyż obejmuje w sobie wszystkie już zmierzone dane i także wszystkie, któreby przy dalszych pomiarach jeszcze dały się oznaczyć, jako przypadki specjalne.

Jest w tym, co prawda, jedna wielka trudność: pewna dowolność i niedokładność, tkwiąca przy stosowaniu wzoru matematycznego, czy też krzywej graficznej, do danych obserwacji. Wzory matematyczne, zastosowane ściśle do większej liczby obserwacji, mają pospolicie formy nadzwyczaj zawiłe. Dla tego są mało użyteczne, a co więcej, zawierają w sobie z konieczności także wszystkie niedokładności i błędy, które zawsze tkwią w poszczególnych pomiarach.

Słusznie zauważono, że zbyt wielka dokładność pomiarów może z czasem nawet być przeszkodą w wykryciu praw zasadniczych. Tak np. planety nie opisują rzeczywiście matematycznie dokładnych elips, bo wzajemne siły grawitacyjne powodują bezustanne zakłócenia czyli perturbacje. Całe szczęście, że Tycho de Brahe jeszcze nie potrafił robić pomiarów z precyzją dzisiejszą, i że Kepler, nie zważając na drobne zboczenia, wypowiedział swoje trzy prawa, które potym Newtonowi posłużyły za podstawę do wyprowadzenia prawa grawitacji. A jak olbrzymia była doniosłość prawa Boyle-Charlesa lub

Van der Waalsa, mimo, że dzisiaj wiemy, że żaden gaz dokładnie się do nich nie stosuje!

Dlatego dążymy zawsze do uproszczenia wzorów zasadniczych, w zaufaniu do prostoty praw przyrody, nie oddalając się jednak zbyt daleko od danych eksperymentalnych. Jak wielkie wymagania stawiać będziemy co do ścisłości wzoru, jak daleko pójdziemy w uproszczeniu jego, jakie zboczenia przypisać mamy wpływowi błędów, co do tego niepodobna dać reguł ogólnych i tutaj jest obszerne pole dla osobistej przenikliwości badacza i dla poczucia jego taktu naukowego. Rachunek prawdopodobieństwa daje tu czasami pewne wskazówki, mianowicie wtedy, gdy jesteśmy uprawnieni do przypuszczenia, że błędy są wyłącznie natury przypadkowej, że pochodzą np. z niezupełnie dokładnego odczytania podziałki, albo z nieścisłego oznaczenia czasu pewnego zdarzenia. Słynna t. zw. metoda najmniejszych kwadratów, wyprowadzona przez Gaussa, a dążąca do rachunkowego usunięcia tych trudności, znajduje przedewszystkim zastosowanie w astronomji i gieodezji. W fizyce zresztą rzadko się zdarza sposobność korzystnego zastosowania tej pięknej, ale mozolnej metody rachunkowej.

Zależy to wszystko w wysokim stopniu także od tego, czy rozpatrujemy zjawisko odosobnione, czy związane z innemi już znanemi. Czasami, zwłaszcza w technice, używamy t. zw. wzorów e m p i r y c z n y c h, t. j. wzorów, wyprowadzonych bezpośrednio z pomiaru zjawiska w pewnym zakresie, bez uzasadnienia teoretycznego i bez względu na związek z innemi zjawiskami. Można na nich polegać w zakresie tym, do którego stosują się pomiary, ale ekstrapolacja, czyli rozszerzenie ich zastosowania poza ów obręb, jest nadzwyczajnie niebezpieczne.

Ostatecznie wszystkie wzory i prawa fizyki są naturalnie pochodzenia empirycznego, ale owo wyrażenie ma tylko na celu uwydatnienie przeciwieństwa do wzorów r a c j o n a l n y c h, t. j. takich, które są uzasadnione rozumowo, na podstawie związku badanego zjawiska z innemi, których prawa zasadnicze są nam znane. Wzory racjonalne zatem są przedewszystkim wynikiem dedukcyjnej metody rozumowania, stwierdzonym przez kontrolę doświadczalną.

Możemy np. obserwować stygnięcie ciała rozgrzanego w naczyniu o temperaturze niższej, i zjawisko to możemy przedstawić za pomocą wzoru empirycznego, który potym w podobnych wypadkach daje się użyć. Z drugiej strony jednak znamy już z wielką dokładnością naturę zjawisk, które powodują stygnięcie, mianowicie znamy prawa utraty ciepła przez promieniowanie, przewodnictwo cieplne i prądy powietrza. Wszak przeprowadzono specjalnie w tym celu badania o zakresie znacznie szerszym, i możemy na tej podstawie za pomocą dedukcji matematycznych wyprowadzić dla stygnięcia wzór racjonalny, który będzie miał tę wyższość, że daje się stosować ogólnie. Jego kształt matematyczny, zapewne będzie różny od empirycznego, ale w obrębie pomiarów powinny ich wyniki zgadzać się z dostateczną dokładnością.

Ciekawa bardzo kwestja łączy się z tym przedmiotem: czemu szukamy zawsze wzoru j a k n a j p r o s t s z e g o? Niejeden na to zapewne odpowie: Ponieważ zasadnicze prawa przyrody muszą być proste! Niektórzy filozofowie uważali dogmat o jedności albo prostocie przyrody za prawdę oczywistą. Sceptyk jednak z równą słusznością może to uważać za gołosłowne, bezpodstawne twierdzenie, zwłaszcza jeżeli nie wierzy w objektywną realność praw, głoszonych przez fizykę. Może się nawet powołać na historyczny rozwój nauki, w której różne prawa, początkowo przyjmowane z wiarą w ich prostotę, w miarę wydoskonalenia obserwacji, zastąpić musiano wzorami bez porównania zawilszemi, (np. prawo Boyle-Charlesa, prawo stygnięcia Newtona i t. d.).

Kto stoi na stanowisku Kirchhoffa i Macha, może rozwiąże ową kwestję całkiem odmiennie: dlatego szukamy prostoty, że chodzi nam właśnie o jak najprostszy sposób opisania zjawisk fizycznych! Umyślnie albo też mimowoli cały kompleks zjawisk przyrody tak r o z d z i e l a m y na zjawiska s k ł a d o w e, ażeby ich prawa przybrały postać jak najprostszą, bo tylko taka postać odpowiada potrzebom nauki. Wszak system naukowy o tyle jest pożyteczny, o ile ułatwia naszemu umysłowi objęcie całości, o ile czyni zadość dążności do ekonomji myślenia. Odpowiadałoby to t. zw. poglądowi no-

minalistycznemu, według którego prawa przyrody byłyby subjektywnym utworem naszego umysłu, nie zaś czymś objektywnym, istniejącym w przyrodzie.

Niewątpliwie tkwi w tym ziarno prawdy, w ten sposób istotnie uzasadnić możemy dążenie nauki do uproszczenia i ujednostajnienia, ale sądzę, że nie wyczerpuje to jeszcze sprawy. Bo skąd to pochodzi, że prawa fizyczne d a j ą s i ę t a k u p r a s z c z a ć ? W innych dziedzinach, np. w biologji, daremnie szukamy owych prostych i ścisłych praw zasadniczych.

Sądzę, że istnieją także pewne objektywne powody prostoty. Matematyk odrazu to zrozumie, gdy wspomnę o rozwinięciu funkcji w szereg TAYLORA, albo, jeżeli używając języka gieometrji, powiem: im mniejszy odcinek jakiejbądź regularnej krzywej rozpatrujemy, z tym większym przybliżeniem można go uważać za prosty. Jeżeli, patrząc gołym okiem na krzywą, widzimy jeszcze jej krzywiznę, to, obserwując za pomocą dostatecznie silnego mikroskopu drobne jej odcinki, w powiększonych rozmiarach, uważać je będziemy za proste. Tak i w wielu przypadkach fizyki na tym tylko polega prostota jej praw, że widzimy tylko b a r d z o m a ł y w y c i n e k przyrody.

Siła sprężyny jest wprost proporcjonalna do wychylenia jej z pozycji równowagi (t. zw. prawo HOOKA), prąd elektryczny w dobrych przewodnikach jest w stosunku prostym do siły elektromotoryczej (prawo OHMA), a tak samo prąd cieplny do spadku temperatury (prawo FOURIERA). Wiemy dzisiaj, że w tych razach niema mowy o jakichś powodach metafizycznych owej prostoty, wyrażającej się w prostej proporcjonalności. Wiemy nawet, że dla wielkiej wartości wychyleń, siły elektromotorycznej, spadku temperatury, prawo prostej proporcjonalności przestaje się stosować. Jest ono tylko konsekwencją matematyczną tej okoliczności, że w praktyce badamy owe wielkości w zakresie stosunkowo bardzo małym. Z tego znów wynikają dalsze konsekwencje matematyczne, z powodu »linjowej formy równań różniczkowych«; pociąga ona między innemi za sobą proste prawo, że harmoniczne tony struny drgającej odpowiadają liczbom drgań w stosunku 1:2:3:4...

Z innym imponującym przykładem prostoty spotykamy

się w zasadniczym prawie grawitacji: siła grawitacji jest odwrotnie proporcjonalna do kwadratu odległości: $f = \frac{mm^1}{r^2}$, które w tej samej formie występuje jeszcze w różnych innych działach fizyki (np. jako prawo COULOMBA w elektrostatyce i magnetyzmie). Pewne rozważania z rachunku wektorowego i teorji potencjału wyjaśniły już dostatecznie, czemu prawa tego kształtu matematycznego odgrywają taką rolę w fizyce. A dlaczego w owym wzorze występuje właśnie wykładnik 2, a nie 2.001? Sądzę, że z tego powodu, iż nasza przestrzeń posiada właśnie 3 wymiary, nie zaś 3.001 wymiarów. Zbyt śmiałym byłoby twierdzenie, że kwestja prostoty zawsze da się sprowadzić do takich powodów, ale przypuszczam, że tym sposobem wyjaśnia się znaczna część zagadnienia.

---

10. Omówiwszy w ostatnich rozdziałach kwestje, związane z badaniem doświadczalnym, przechodzimy do bliższego rozważania metod dedukcji teoretycznej. Na czoło wysuwa się tu dyskusja o uprawnieniu hipotez i teorji, przedmiot gorących sporów w świecie naukowym. Co się tyczy samych tych wyrazów, to są one znaczeniem swym bardzo zbliżone i trudno podać wyraźną różnicę między niemi.

O hipotezach już mówiliśmy, że są to owe założenia, (przyjęte albo dlatego, że nam się z góry wydają prawdopodobne, albo po prostu na próbę), które obieramy, jako podstawę dedukcji teoretycznych, mających doprowadzić do wniosków doświadczalnie sprawdzalnych. Trafnie nazwano hipotezy eksperymentami myślowemi.

Przez teorję rozumiemy zazwyczaj całokształt hipotez podstawowych wraz ze wszystkiemi wnioskami, odnoszącemi się do pewnego zjawiska. Tak np. powszechnie przyjęta teorja akustyki opiera się na hipotezie, że zjawiska głosu polegają na odczuwaniu fal podłużnych powietrza; jest to hipoteza, o której prawdziwości nikt dzisiaj nie wątpi. Kinetyczna teorja materji polega na hipotezie, że materja składa się z wielkiej liczby poruszających się cząsteczek, o jednakowej budowie, oraz że przeciętna energja kinetyczna tychże drobin odpowiada wiel-

kości, którą zazwyczaj nazywamy temperaturą. Dzisiejsza teorja elektryczności i magnetyzmu opiera się na kilku hipotezach podstawowych, częściowo wyprowadzonych z wielostronnych doświadczeń, jak zasada elektromagnetyzmu i indukcji, częściowo zupełnie hipotetycznie przyjętych przez Maxwella, jak magnetyczne działanie prądów polaryzacji.

W użyciu tych terminów panuje jednak pewna dowolność i często spotykamy się także z nieco odmiennemi określeniami. Tak niektórzy używają nazwy hipoteza dla określenia fantastycznej bezpodstawnej spekulacji. W tym znaczeniu należy rozumieć pogardliwe powiedzenie Newtona: *Hipotheses non fingo* (Wymyślaniem hipotez się nie zajmuję). Istotnie za czasów Newtona manja pustego fantazjowania na temat przyrody jeszcze panowała w całej pełni. Niewątpliwie podobne poglądy pobudziły Macha i Ostwalda przed 30 laty do zaciętej walki przeciwko hipotezom w nauce. Mach w swym dążeniu do fenomenalizmu twierdzi, że nauka powinna się ograniczyć do zbadania faktycznych związków między zjawiskami. Ostwald żąda stworzenia *einer hypothesenfreien Wissenschaft* (nauki wolnej od hipotez), a podobnie też historyk Mommsen twierdzi, że prawdziwa nauka musi być *voraussetzungslos* (bez założeń hipotetycznych). Jak gdyby to wogóle było możliwe! Jak trafnie Boltzmann i Poincaré wykazują, w każdym twierdzeniu fizyki są zawarte pewne hipotezy i bez nich wogóle nie potrafimy rozumować w sprawach przyrody. Wszak według tego, co poprzednio mówiliśmy, wogóle twierdzenie o istnieniu jakiegoś świata zewnętrznego po za nami jest także hipotezą, tylko że wszyscy obdarzeni »zdrowemi zmysłami« ją przyjmują.

Każde na indukcji oparte uogólnienie, każde twierdzenie odnoszące się do świata zewnętrznego, a wychodzące poza zakres bezpośrednich naszych wrażeń zmysłowych, jest hipotezą, a rozmaite hipotezy różnią się tylko stopniem prawdopodobieństwa i naszego do nich przyzwyczajenia się.

Krytycznemu kierunkowi, walczącemu przeciwko hipotezom, trzeba tylko o tyle przyznać rację, o ile zwraca się przeciwko nieuświadamianiu sobie hipotetyczności pewnych założeń

lub przeciwko nieusprawiedliwionemu do nich zaufaniu lub wreszcie przeciwko naiwnej wierze w ich rzeczywistość.

Pewną winę w wywołaniu tych nieporozumień ponosi także terminologja, przyjęta od dawien dawna w tych sprawach. Mówimy, że pewna hipoteza lub teorja została »sprawdzona«, jeżeli wnioski, które z niej wyprowadziliśmy, zgadzają się z doświadczeniem. Dopiero, jeżeli choć jeden wniosek się nie potwierdzi, uznajemy ową teorję za »nieprawdziwą«. Takie postawienie kwestji musiałoby wzbudzić poważne wątpliwości, gdyby »prawdziwość« miała oznaczać rzeczywiste istnienie. Wszak nigdy nie wiemy, czy nie znajdą się kiedyś dowody, obalające daną hipotezę, choćby się wydawała najpewniej ugruntowaną, a nawet gdyby żadnych dowodów przeciwko niej nie znaleziono, to jeszcze z tego nie wynika wniosek, żeby ta hipoteza odpowiadała rzeczywistości. Bo nie wiemy nigdy, czy nie są możliwe także inne hipotezy, które również doprowadzą do tych samych wniosków konkretnych. Powracamy tu oczywiście do krytyki naiwnego wierzenia w hipotezy fizyczne, wyłuszczonej już na samym wstępie.

To też dziś nauka zwykle nie rozróżnia w zastosowaniu do zasad fizyki hipotez prawdziwych od fałszywych, lecz mówimy o hipotezach, że są więcej lub mniej prawdopodobne. Jest to sposób wyrażania się bardzo przyjęty, ale z punktu widzenia logiki równie wadliwy. Kiedy bowiem można mówić o prawdopodobieństwie (zjawisk od nas niezależnych)? Jedynie w zjawiskach statystycznych, gdzie chodzi o wielką liczbę wypadków analogicznych. Można zatym ocenić prawdopodobieństwo hipotezy: w ciągu dnia dzisiejszego w Warszawie urodzi się 100 dzieci, ale niema wcale sensu mówić o prawdopodobieństwie hipotezy, że elektrony są kulami sztywnemi.

Również nie może być mowy o tak zwanym prawdopodobieństwie przyczyn, bo to pojęcie tylko wówczas daje się stosować, jeżeli ten sam skutek zupełnie równie dobrze może być wywołany przez jakąkolwiek z szeregu przyczyn. Chyba tyle można wnioskować z rachunku prawdopodobieństwa, że teorja, polegająca na kilku hipotezach składowych, jest mniej prawdopodobna, niż każda z tych hipotez składowych wzięta z osobna.

Czy pojęcie prawdopodobieństwa jest zatym zupełnie pozbawione znaczenia w stosunku do hipotez fizycznych? Jakie hipotezy nazywamy prawdopodobniejszemi? Po prostu te, które nam się wydają więcej podobnemi do prawdy, a więc te, które są prostsze i więcej zgodne z pojęciami, do jakich przywykliśmy. Oczywiście, prawdopodobieństwo hipotezy z tego punktu widzenia jest rzeczą bardzo chwiejną i małą daje rękojmię prawdziwości objektywnej, ale czy o to nam chodzi?

Wszystkie te trudności i wątpliwości znikają, jeżeli sobie uprzytomnimy poprzednio omawiane zadanie fizyki. Tworzenie hipotez lub teorji nie ma wcale na celu odgadywania rzeczywistego mechanizmu przyrody, lecz właśnie umożliwienie objęcia myślą jej zjawisk w sposób najzrozumialszy. Wszystkie teorje z tego punktu widzenia uważać wypada za środki pomocnicze w naszym dążeniu do najprostszego opisania zjawisk.

Zrozumiemy wtedy przedewszystkim, że, mając do wyboru między różnemi teorjami, z równą ścisłością zgadzającemi się z faktem obserwowanym, pierwszeństwo dajemy tej, która jest najprostsza, najwięcej poglądowa, najzrozumialsza i która najwięcej ujmuje różnych zjawisk w jeden wspólny schemat.

Zrozumiemy wtedy niezwykłą tolerancję dzisiejszych uczonych względem różnych hipotez. Wszak często ten sam autor posługuje się naprzemian różnemi, sprzecznemi z sobą hipotezami; chcąc zbadać pewien obręb faktów, próbuje, która okaże się lepszą, nie zarzucając jednak innych. Często nawet zachowujemy takie hipotezy, o których wiemy, że są nieprawdziwe, z ograniczeniem wszakże do zakresu zjawisk, w którym wolno nam się niemi posługiwać.

Tak np. mówimy o promieniach światła, jak gdyby ono tylko w kierunku linji prostej mogło się rozchodzić. Wiemy dobrze, że istnieją zjawiska uginania się światła, ale uwydatniają się one tylko w pewnych wypadkach i w szerokim zakresie t. zw. optyki gieometrycznej możemy je całkowicie pominąć, posługując się pojęciem promieni, zapożyczonym z teorji emisyjnej światła. Podobnie cała dawniejsza teorja elektryczności oparta była na pojęciu prądu elektrycznego, stworzonym

na wzór przepływu wody w wodociągu, pomimo że w pewnych wypadkach może wystąpić miejscowe nagromadzenie elektryczności lub zjawisko fal elektrycznych, wyłamujące się zupełnie z pod praw ważnych dla owych, t. zw. statecznych prądów. I dzisiaj jeszcze prawa te zatrzymaliśmy w nauce o elektryczności, mimo że wiemy dobrze, iż są one tylko ważne z przybliżeniem, w razie jeżeli zmiany stanu pola elektrycznego są stosunkowo niezbyt szybkie. Wogóle zachowujemy pojęcia, związane z hipotezami dawno nawet obalonemi, jeżeli w pewnym zakresie faktów są nam dogodne.

Z tego punktu widzenia zatym nie rozróżniamy teorji prawdziwych, nieprawdziwych, więcej lub mniej prawdopodobnych, lecz rozróżniamy teorje *więcej lub mniej użyteczne*. O użyteczności ich możemy zaś mówić w znaczeniu trojakim. Tym użyteczniejsza jest teorja lub hipoteza: 1) im prostsza i więcej poglądowa jest jej istota; 2) im większy obszar poznanych zjawisk objaśnia i naszemu umysłowi czyni przystępnym; wreszcie 3) im lepszym okazuje się przewodnikiem przy badaniach dalszych.

Ta ostatnia rola hipotez, polegająca na przewidywaniu rzeczy jeszcze nieznanych, jest niezmiernie ważna dla sprawiedliwego ocenienia ich znaczenia w nauce. Wspomnieliśmy dawniej już o kilku przykładach, historycznej doniosłości, w których przewidziano zjawiska zadziwiające na podstawie dedukcji teoretycznej, opartej na hipotezach.

Prawdopodobieństwo trafności przewidywania zależy w takim razie od stopnia prawdopodobieństwa hipotez podstawowych, które jest oczywiście tym większe, im w większej liczbie przypadków została już stwierdzona zgodność ich z doświadczeniem. Podobnie rzecz ma się w gieometrji: im więcej punktów krzywej wyznaczymy, z tym większą pewnością możemy domyśleć się jej przebiegu także w innych miejscach, przez t. zw. interpolację lub ekstrapolację.

Oczywiście nigdy nie może być mowy o zupełnej pewności takiego przewidywania, dopóki wniosek nie został stwierdzony doświadczalnie. Mamy tu najrozmaitsze przejścia, od przewidywania w zakresie mechaniki, które uważamy za tak pewne,

4*

że niektórzy nawet chcieli wydzielić mechanikę z nauk indukcyjno-przyrodniczych i włączyć do gieometrji, jako nauki o charakterze matematycznej pewności, aż do t. zw. *working theories*, t. j. teorji prowizorycznych, przyjętych w badaniu zupełnie nowych dziedzin ze świadomym przewidywaniem, że okażą się z czasem niewystarczającemi, ale na razie mogą posłużyć jako nić przewodnia w chaosie zjawisk danego zakresu; podobnie jak wędrowiec, błądzący w puszczy, z wdzięcznością przyjmuje przewodnictwo strumyka, choć nie wie wcale, czy on płynie w kierunku pożądanym.

Ci, którzy prowadzili tak zaciekłą walkę przeciwko hipotezom w nauce, głosząc ideał: *einer voraussetzungslosen Wissenschaft*, wogóle zbyt mało sobie sprawy zdawali z historji i psychologji badań naukowych. Słusznie powiada angielski fizyk Schuster: »Badania, prowadzone sposobem, jaki niektórzy uważają za jedynie naukowy, t. j. gdy badacz bez jakichbądź teorji lub pojęć z góry powziętych pragnie po prostu klasyfikować fakty poznane, rzadko dają wyniki wartościowe. Postęp datuje się od chwili, gdy do przedmiotu zabieramy się z pewnym określonym planem, albo idąc za jakąś teorją, choćby najbardziej prymitywną, którą trzeba sprawdzić, albo też mając na oku jakiś związek liczbowy, który należy bliżej zbadać«.

---

11. Z pośród hipotez i teorji wyróżnić możemy trzy główne rodzaje, jako typy charakterystyczne:

A. Związki matematyczne. Do tej kategorji zaliczyć można wszystkie prawa fizyki, dające się ująć w formę matematyczną, wszystkie wzory zasadnicze fizyki teoretycznej. O ile w nich występują tylko wielkości, podlegające bezpośredniej obserwacji, nauka ograniczająca się do takich teorji matematycznych, jest wyrazem t. zw. »fenomenalizmu«, propagowanego zwłaszcza przez Macha i jego szkołę. Należą tu związki najróżniejszych rodzajów, takie, które się wyrażają w formie zwykłych równań (np. prawo załamania światła, prawa elektrolizy i t. d.), jak też i równania różniczkowe, a zwłaszcza rów-

nania cząstkowe (jak zasadnicze równania teorji sprężystości, hidrodynamiki, elektrodynamiki, przewodnictwa cieplnego, dyfuzji i t. d.).

B. Mechanizmy, analogje lub modele zjawisk fizycznych. Do tej kategorji należą: teorja atomistyczno-kinetyczna wraz z jej różnemi odgałęzieniami; teorja elektronowa; emisyjna, undulacyjna, elektromagnetyczna teorja światła; teorja mechaniczna zjawisk akustycznych; teorja grawitacji Lesage'a; teorja atomów wirowych lorda Kelvina; teorje mechaniczne zjawisk elektrycznych Maxwella; teorje transformacji promieniotwórczej i t. d.

Właśnie przeciwko tego rodzaju teorjom zwracała się krytyka »fenomenalistów«, gdy przeciwnie Maxwell, Boltzmann i inni w tworzeniu takich modeli, czyli obrazów zjawisk fizycznych, upatrywali główne zadanie fizyki.

Co prawda, według tych uczonych, modele te bynajmniej nie muszą w swej istocie odpowiadać rzeczywistości, lecz chodzi o to, żeby w prawdziwy sposób przedstawiały zjawiska dostępne obserwacji, podobnie jak maszyna do rachowania wykonywa rachunki zgodnie z prawami logiki matematycznej, mimo że ma budowę zupełnie odmienną od naszego mózgu. Chodzi tu o uwydatnienie formy, nie zaś o treść.

Można takie modele pojmować także jako sposób, służący do najprostszego opisania, czy przedstawienia zjawisk pewnego zakresu. Wyższość ich wobec kategorji *A* polega na ich poglądowości. Wskutek tego często w sposób nadzwyczaj prosty i zrozumiały uprzystępniają naszemu umysłowi nawet takie zjawiska, których nie można jeszcze ująć naszemi środkami we wzory matematyczne; a przytym takie modele dają najwyraźniejsze pobudki do badań w określonych kierunkach.

Pod pojęcie *B* można także podciągnąć wogóle wszelkie analogje, służące do ilustracji praw pewnego zjawiska i z tego punktu widzenia można także owe wzory matematyczne *A* uważać za specjalny rodzaj »obrazów«, mianowicie jako takie, które ilustrują zjawiska fizyczne przez analogję z formułką matematyczną.

Większe lub mniejsze upodobanie do teorji rodzaju *A* lub *B*

zależy zresztą w wysokim stopniu od osobistych skłonności umysłowych. Umysły logiczno-krytyczne, jak Lagrange, Ampère, Kirchhoff, Hertz, Duhem, przywykłe do myślenia czysto matematycznego, skłaniają się raczej do trzeźwych, abstrakcyjnych hipotez rodzaju *A*, gdy tymczasem umysły przyrodnicze, o typie wyobraźni gieometryczno-poglądowej, mimowoli zawsze szukać będą oparcia w hipotezach rodzaju *B*. Oczywiście, jest to typ przeważający między fizykami, a zwłaszcza jest on charakterystyczny dla szkoły angielskiej (Faraday, Maxwell, lord Kelvin, J. J. Thomson, Rutherford). Lord Kelvin np. powiada: »dopóty nie jestem zadowolony, dopóki nie potrafię zbudować modelu mechanicznego badanego zjawiska; jeśli mi się to udaje — zjawisko rozumiem, jeśli zaś nie — zjawisko pozostaje niezrozumiałym«. Dzisiejsi uczeni wyraz »model« pojmują w znaczeniu ogólniejszym, nie ograniczając się do modeli mechanicznych, ale zresztą powiedzenie to bardzo trafnie charakteryzuje umysłowość tych, którym zawdzięczamy największe odkrycia dokonane w czasach ostatnich.

C. Jako specjalny typ hipotez, jakkolwiek łączący się ściśle z typem *B*., wymienimy jeszcze: »hipotezy ukryte«, zwykle nie sformułowane wyraźnie, lecz mieszczące się w samych pojęciach, terminach technicznych i t. d. Mówiąc np. o ilości elektryczności, tym samym już zakładamy, że każda cząstka elektryczności ma takie same właściwości, jak całość. Czemu mówimy o ilości ciepła, nie zaś o ilości temperatury? Jak dziwnym wydawał się początkowo pomysł Poyntinga, dziś już powszechnie przyjęty, wprowadzenia pojęcia »prądu energji«!

Ile półświadomych skojarzeń łączy się np. ze słowami: siła, energja, praca, masa? Człowiek, studjujący fizykę, musi nawet usilnie dążyć do tego, żeby się wyzwolić z błędnych skojarzeń, łączących się z temi terminami popularnemi. Często dopiero później uświadamiamy sobie wyraźnie podświadome skojarzenia, gdy się okaże, iż niesłusznie je łączyliśmy z danym przedmiotem. Tak dopiero dzisiaj teorja względności Einsteina wykazała, jakie wady tkwiły w dotychczasowym pojęciu czasu, wykazała, że czas w systemie nieruchomym inaczej przebiega, niż w systemie poruszającym się.

Te rozmaite skojarzenia, łączące się z danym pojęciem, mogą być przeszkodą dla postępu, jeżeli są nieświadomym przesądem, z drugiej znów strony są one właśnie tym, co głównie nadaje pojęciom obrazowość i poglądowość. Początkowo gdy się nauczymy definicji potencjału lub entropji, umysł nasz mało odnosi z tego korzyści. Postęp polega na tym, że z czasem, w miarę jak poznajemy zastosowanie tych pojęć, coraz więcej z niemi się oswajamy, że się do nich przyzwyczajamy i łączymy z niemi odpowiednie asocjacje. To głównie stanowi o wyrobieniu w danej nauce i to się daje osiągnąć jedynie przez długotrwałe najróżnorodniejsze ćwiczenia.

Gdy mowa jest o ciałach materjalnych, pojęcie materji wydaje się nam zupełnie jasne i zrozumiałe, natomiast gdy uczą nas o zjawiskach elektrycznych, mimowoli wciąż się pytamy: A co to jest właściwie elektryczność? Jedno i drugie pojęcie nie da się bliżej objaśnić, tylko z pierwszym oswoiliśmy się już od dzieciństwa. Nadzwyczajnie ważną jest jednak najdodokładniejsza analiza pojęć podstawowych i w związku z tym uświadomienie sobie owych mimowolnych asocjacji.

---

12. Charakterystyczną cechą t. zw. nauk ścisłych jest ich blizki związek z matematyką. Tym właśnie, że nadają się do argumentacji matematycznej, górują one nad naukami opisowo-przyrodniczemi, i to właśnie nadaje im cechę ścisłości. Stosuje się to zwłaszcza do fizyki; bezpośrednie dane pomiarów przybieramy o ile możności w szatę matematyczną, argumentujemy, posługując się bezustannie jedyną ścisłą metodą wnioskowania, t. j. argumentacją matematyczną i prawa zasadnicze wyrażamy przeważnie przy pomocy wzorów matematycznych. Fizyka, a zwłaszcza tak zwana fizyka teoretyczna, posługuje się zatym matematyką jako głównym narzędziem i w najwyższym stopniu zależna jest od jej wydoskonalenia.

Słowo »narzędzie«, tak często w tym wypadku używane, nie określa jednak właściwej roli matematyki, gdyż przez narzędzie rozumiemy przedmiot, który sam przez się jest nam zupełnie obojętny, a interesuje nas tylko jako środek do pew-

nego, z góry oznaczonego, celu. Tymczasem matematyka miała wielki udział w samym tworzeniu pojęć zasadniczych fizyki i w określaniu celów, do których fizyka dąży.

Z pośród różnych gałęzi matematyki najważniejsze chyba miejsce w fizyce zajmuje teorja równań różniczkowych, a to z tego powodu, że w formie takich właśnie równań wyraża się znaczna część praw zasadniczych. Przedewszystkim należą tu wszystkie równania określające zmiany w stanach t. zw. pól fizycznych, jak równania sprężystości, hidrodynamiki i elektrodynamiki. Wspólną ich cechą jest to, że wyrażają zmianę stanu, występującą w przeciągu krótkiego czasu w danym punkcie, jako zależną od stanu bezpośredniego otoczenia owego punktu.

Możnaby to uważać za najlepsze ujęcie zasady przyczynowości, jeżeli ową czasową zmianę danej wielkości fizycznej uważamy za skutek, a chwilowy jej rozkład w otoczeniu za przyczynę, tylko że ten związek jest typowo odwracalny. Takie prawa elementarne są nadzwyczaj proste, gdy tymczasem zjawisko w całości jest bardzo skomplikowane i zależy od różnych okoliczności w sposób bardzo zawiły, a to z powodów, które już poprzednio poruszyliśmy przy sposobności rozważań prostoty praw zasadniczych fizyki. (§ 9).

Podobnie także równania dynamiki wyrażają zmianę, występującą z czasem w prędkości danego ciała, w zależności od miejscowego rozmieszczenia czynników, które wywołują tę zmianę.

Zadania, z któremi się najczęściej spotykamy w fizyce teoretycznej, polegają właśnie na tym, że wnioskujemy o przebiegu całego zjawiska na podstawie wiadomości prawa zasadniczego, odnoszącego się do chwilowych zmian w pojedyńczych elementach przestrzeni, oraz na podstawie wiadomości t. zw. warunków »początkowych« lub »krańcowych«. Jest to zadanie, które w matematyce nazywamy »całkowaniem równania różniczkowego«.

Niestety jednak, według powiedzenia Fouriera, przyroda nie troszczy się o trudności, które sprawia matematykom! Tak np. znamy z nadzwyczajną dokładnością równania podstawowe hidrodynamiki, ale mimo usiłowań najdzielniejszych teoretyków

nie potrafimy do dziś dnia wyciągnąć z nich wniosków należytych co do zagadnień najważniejszych dla praktyki, gdyż równania te należą do typu t. zw. równań nielinjowych, które badaniu matematycznemu sprawiają dotąd wielkie trudności.

Dlatego też dotychczas cała ta część fizyki znajduje się w tak opłakanym stanie, dlatego do dziś dnia w hidraulice technicznej używa się prawie wyłącznie bardzo prymitywnych i niedokładnych wzorów empirycznych, dostosowanych do każdego specjalnego wypadku, i nie można się spodziewać postępu zasadniczego w tej dziedzinie, dopóki się nie znajdzie wyjścia z owych trudności matematycznych.

Ale fizyka teoretyczna nie wymaga tylko rozwiązywania równań różniczkowych. Rozumowania nad przestrzennym rozmieszczeniem wielkości fizycznych polegają na stosowaniu metod gieometrji analitycznej, a zwłaszcza także rachunku wektorowego, nadającego się najlepiej do tego celu. W niektórych działach, np. w statyce graficznej, optyce gieometrycznej, mogą również znaleźć zastosowanie metody gieometrji syntetycznej.

Ogromny rozwój teorji atomistyczno-kinetycznej, a także elektronowej, ściśle związany jest ze stosowaniem metod rachunku prawdopodobieństwa. W tym kierunku jeszcze z pewnością przyszłość przyniesie zupełnie nowe punkty widzenia. Wogóle mało jest działów matematyki, z których fizyk nie mógłby skorzystać. Teorja funkcji Riemanna, transformacje styczności owe, równania całkowe, gieometrja tworów wielowymiarowych i t. d. znajdują niespodziewane pola zastosowania, a nawet teorja liczb okazuje się niezbędną do rozwiązania pewnych przykładów (np. w kwestji drgań błony sprężystej).

Wiadomo dobrze, że i naodwrót, matematyka w znacznej mierze zawdzięcza swój rozwój właśnie pobudkom ze strony fizyki. Fizyka zadawała pytania, nakreślała zagadnienia, i fizycy, zwłaszcza w dawniejszych czasach, szukający nowych dróg, byli równocześnie pjonierami w nowych, nieznanych dziedzinach matematyki.

Wszak Newton tworzył rachunek fluksyjny, czyli różniczkowy, jako instrument matematyczny, przystosowany do badania ciągłej zmienności wielkości fizycznych, i stał się tym spo-

sobem inicjatorem t. zw. matematyki wyższej. Podobnie i później rachunek warjacyjny powstał z pewnych zagadnień z zakresu mechaniki. Badania nad linjowemi równaniami różniczkowemi, badanie szeregów Fouriera, funkcji kulistych, funkcji Bessla, Lamego i t. d. miały punkt wyjścia w konkretnych zagadnieniach fizycznych.

Najznakomitsi uczeni dawnych czasów, Newton, Bernoulli, Lagrange, Poisson, Fourier, Gauss i t. d. w równej mierze uprawiali fizykę teoretyczną, jak i właściwą matematykę, i do dziś dnia w Anglji rozumie się przez Mathematics w znacznej mierze nie tylko matematykę czystą, lecz i matematykę stosowaną do fizyki.

Ścisłe oddzielenie, a nawet pewien antagonizm, który się zarysowuje dzisiaj u przedstawicieli tych dwu nauk na kontynencie, jest stosunkowo świeżej daty. Jest on następstwem rozrostu nauki i rozwijającej się specjalizacji, a ma także pewien podkład wewnętrzny, gdyż ostateczne cele tych dwu nauk są przecież całkiem różne. Matematyka interesują pewne zagadnienia, które umysł ludzki sobie stwarza, jako takie. Fizyk zaś zajmuje się światem zewnętrznym, fizycznym, a owe zagadnienia tylko o tyle go obchodzą, o ile się łączą z jakiemiś zjawiskami fizycznemi. Fizyk zajmuje zatym wobec matematyki stanowisko utylitarne. Matematyków dzisiejszych zaś, jako smakoszów intelektualistycznych, właśnie takie subtelności i niezwykłości najwięcej interesują, jakich w normalnych zjawiskach fizycznych wcale nie napotykamy.

---

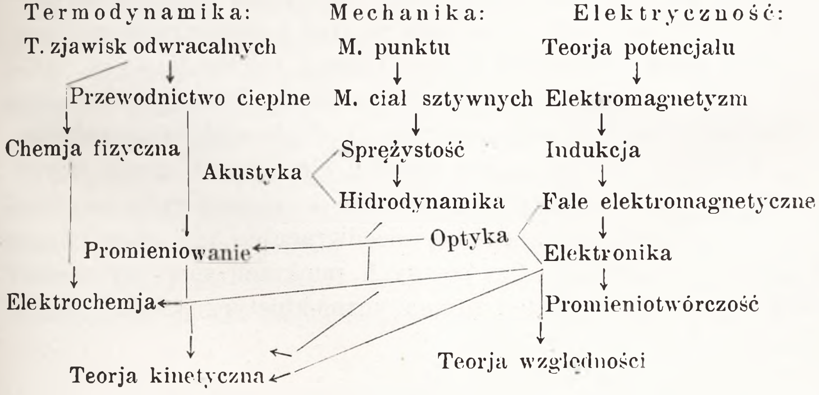
13. Na uniwersytetach istnieją zazwyczaj osobne katedry dla fizyki doświadczalnej i fizyki teoretycznej lub matematycznej, a podział ten uwydatnia się także w wykładach i do pewnego stopnia w podręcznikach. Nie wypłynął on jednak z istotnej różnicy przedmiotu, lecz z różnicy w metodach badań, a zwłaszcza w sposobie przedstawiania ich wyników. Fizyka doświadczalna i teoretyczna dotyczy zupełnie tych samych zjawisk, tylko pierwsza zajmuje się głównie praktycznym wykonaniem doświadczeń, druga zaś matematyczno-teoretycznym opracowaniem dostarczonych materjałów empirycznych. Obie te

części tworzą zatym nierozerwalną całość, i podział powstał tylko ze względów oportunistycznych, gdyż rzadko się zdarza, żeby badacz posiadał równie wybitne zdolności w kierunku matematyczno-spekulatywnym jak i w kierunku praktyczno-doświadczalnym, a równocześnie także brak przygotowania matematycznego pewnej części uczących się wymaga analogicznego podziału materjału ze względów dydaktycznych.

Jeżeli zaś chodzi o podział fizyki na różne części według przedmiotu badania, to sprawa przedstawia się rozmaicie, zależnie od stopnia wykształcenia naukowego. W dawniejszych dziełach panował podział, odpowiadający poglądowi człowieka naiwnego: według zmysłów, za pomocą których zjawisko spostrzegamy, t. j. podział na mechanikę, akustykę, optykę, ciepło, elektryczność i magnetyzm, i ten sam podział nadaje się i dzisiaj jeszcze, ze względów dydaktycznych, do nauki wstępnej.

W miarę pogłębienia nauki i stopniowego usuwania z niej pierwiastków przypadkowych i zależnych od zmysłów obserwatora, czyli antropomorficznych, wydziela się niektóre części, jak budowa i funkcja ucha i oka, złudzenia optyczne, harmonja i t. d., jako należące do fizjologji człowieka, fizyczną część akustyki łączy się z mechaniką, jako drobny poddział pod nazwą: ruchy drgające ciał sprężystych. Optykę zaś wciela się do działu traktującego o elektromagnetyzmie, gdzie tworzy ona drobną, a przypadkowo dla ludzi w życiu praktycznym bardzo ważną część rozdziału o falach elektromagnetycznych.

Tym sposobem powstaje podział fizyki na trzy główne działy, według następującego schematu:



Nie jest to jednak jeszcze podział racjonalny. Można się spierać, czy teorję potencjału włączyć należy do elektryczności, czy do mechaniki; teorja kinetyczna gazów właściwie powinna ze względu na metodę badania stanowić oddział mechaniki, ale z drugiej strony przedmiotem łączy się ściśle z termodynamiką; promieniotwórczość powinna się właściwie zaliczać do chemji fizycznej, jednak ze względu na przeważające stosowanie metod doświadczalnych elektrycznych zaliczamy ją raczej do elektryczności.

Wogóle nie są to właściwie trzy działy różniące się co do przedmiotu badania, lecz są to raczej trzy sposoby usystematyzowania całego zakresu zjawisk fizycznych, trzy ogólne, do pewnego stopnia rywalizujące ze sobą, jednolite systemy, albo fizyczne poglądy na świat. Historycznie najstarszy jest system mechaniczny, dążący do stworzenia modelu mechanicznego wszystkich zjawisk. Można go także rozciągnąć, przy pomocy teorji kinetycznej, na zjawiska cieplne, a przy użyciu modeli mechanicznych Maxwella dają się objąć także prawa elektryczności i magnetyzmu. System mechaniczny odznacza się największą poglądowością i dlatego też najgłębiej się zakorzenił, a przeniknął nawet do nauczania elementarnego i literatury popularno-naukowej.

Przeciwko przewadze tego systemu podniosła się jednak reakcja zupełnie usprawiedliwiona pod koniec wieku XIX i dziś utracił on większą część swych zwolenników w sferach naukowych. Usiłował go wówczas usunąć na drugi plan system termodynamiczny, czyli energietyczny, który, wychodząc z zupełnie odmiennego stanowiska, rzucił nowe światło na zjawiska fizyczne przez to, że grupuje je na odwracalne i nieodwracalne i analizuje z punktu widzenia pojęcia energji i entropji.

Szkoła energietyków już się przeżyła. Uznając olbrzymią doniosłość metod termodynamicznych w ich właściwym zakresie, t. j. w obrębie odwracalnych zjawisk cieplnych i chemji fizycznej, przyznać musimy przecież, że w rozszerzeniu na dział elektryczności i na zjawiska nieodwracalne nie okazały one oczekiwanej płodności i w pewnych punktach spornych zostały zwyciężone przez pogląd atomistyczno-kinetyczny. Dziś jednak

niezaprzeczenie prym wodzi pogląd elektryczny, gdyż okazało się, że zjawiska mechaniczne o wiele odpowiedniej dają się redukować do elektrycznych, aniżeli na odwrót. Może być zatym, że z czasem jednolity pogląd elektryczno-atomistyczny wchłonie w siebie ostatecznie wszystko inne, może też poglądy się zmienią, a może z czasem powstaną jeszcze działy zupełnie nowe.

Można zatym te trzy systemy połączyć w schemat ogólny, interpretując je jako kolejne szczeble procesu abstrakcyjnego przeistoczenia fizyki w jedną budowę jednolitą. Termodynamika poprzestaje na opisie zjawisk fizycznych w formie najogólniejszej i najbezpośredniejszej, czyli najwięcej fenomenologicznej, ale jest zmuszona przyjąć cały szereg różnych właściwości dla scharakteryzowania różnych ciał. Te właściwości, jak rozszerzalność termiczna, ściśliwość, ciepło właściwe i t. d., przyjmuje za wielkości empirycznie dane i nie potrafi ich dalej wytłumaczyć. Teorja mechaniczna sięga znacznie głębiej i usiłuje wytłumaczyć nietylko ogólne prawa termodynamiki, ale także owe termodynamiczne właściwości różnych substancji, przy pomocy poglądów atomistycznych. Wreszcie nowoczesna teorja elektryczności tłumaczy wszelkie zjawiska mechaniczne, a tymsamym także termodynamiczne, jako objawy sił elektromagnetycznych, i wskazuje równocześnie drogę rozwoju teorji atomistycznej, dowodząc, że atomy dawnej teorji mechanicznej są to układy złożone z elektronów, i że sposób ich ułożenia może wytłumaczyć zasadnicze właściwości atomów różnych substancji.

Pominąwszy jednak kwestję usystematyzowania całej fizyki, owe trzy metody rozumowania mają każda swój właściwy zakres zjawisk, w którym okazują się najdogodniejszemi do użytku, i z tego punktu widzenia podział powyższy może zachować rację bytu, bez względu na owe głębokie problematy.

Spotykamy się czasami też z odmiennemi systemami podziału. Tak np. Bouasse dołącza jako osobny dział: fizykę kryształów, w przeciwstawieniu do ciał bezpostaciowych, równokierunkowych. Może to być poniekąd praktyczne, ze względów dydaktycznych, ale niema oczywiście żadnego uzasadnienia lo-

gicznego, gdyż badania nad tworzeniem się kryształów i nad ich budową należą do termodynamiki i teorji kinetycznej, a zjawiska sprężystości, optyki i t. d. w kryształach do odpowiednich działów ogólnych.

W innych dziełach spotykamy się z podziałem całej fizyki na fizykę materji: mechanika, akustyka, ciepło, chemja fizyczna, i na fizykę eteru: elektryczność i magnetyzm oraz optyka. Nie można jednak tego podziału uznać za pomysł szczęśliwy. Pominąwszy, że dzisiaj wielu fizyków nie uznaje wogóle istnienia eteru, pociąga to za sobą liczne niekonsekwencje, gdyż w takim razie trzeba umieścić w fizyce eteru różne zjawiska, w których właściwości materji występują wybitnie i w których się nawet po części posługujemy metodami termodynamiki, jak np. elektrochemja lub promieniowanie.

STOPIEŃ I.

TREŚĆ:

I. Wstęp: 1. Zakres Stopnia I; kategorje samouków tego Stopnia. — 2. Ogólne zasady dydaktyczne dla młodzieży w szkołach niższych. — 3. Korzyść metody heurystycznej. — 4. Konieczność podstaw doświadczalnych dla nauki elementarnej. — 5. Ćwiczenia laboratoryjne uczniów. — 6. Postępowanie przy właściwym samouctwie. — 7. Program.

II. Bibljografja: Uwagi wstępne. 1. Podręczniki do systematycznej nauki dla młodzieży do lat 14. — 2. Książki uzupełniające. — 3. Lektura. — 4. Książki dla dorosłych z wykształceniem elementarnym. — 5. Książki dla nauczycieli i wychowawców.

I.

1. Zdolność zrozumienia fizyki i przyswojenia sobie jej metod naukowych zależy przedewszystkim od stopnia wykształcenia w ścisłym myśleniu matematycznym. Dla człowieka, nie posiadającego żadnego pod tym względem wykształcenia, przystępna jest jedynie grubo-jakościowa strona zjawisk fizycznych; znajomość arytmetyki w zakresie czterech działań i gieometrji elementarnej umożliwia oprócz tego tylko poznanie pewnych najprostszych prawideł ilościowych.

Taki zakres nauki odpowiada mniej więcej przygotowaniu, jakie dzieci kształcące się normalnie w szkołach średnich, zawodowych lub pospolitych, otrzymują w wieku 10—14 lat, odpowiada również potrzebom umysłowym ludzi dorosłych, którzy przeszli zaledwie kilka klas szkoły ludowej (to znaczy, przeważnie ludu wiejskiego, służby, rzemieślników i t. p.), a którzy jednak pragną poznać elementy fizyki i tym samym zdobyć pewne przyrodnicze zrozumienie zjawisk życia codziennego.

Właściwie zaliczyćby trzeba do tej samej kategorji także

znaczny procent t. zw. inteligiencji, mianowicie takie osoby, które niegdyś odebrały przeważnie jednostronne wykształcenie filologiczno-estetyczne, a z czasem, obracając się wciąż w sferze myśli, obcej naukom przyrodniczym, zatraciły nawet owo słabe zetknięcie się z niemi i z życiem realnym, jaki im szkoła dawała. Ponieważ jednak czytelnicy z pośród niefachowej inteligiencji, którzy sięgną po Poradnik, na ogół będą mieć aspiracje do wyższego poziomu naukowego, uwzględnić możemy ich wymagania przy omówieniu Stopnia II.

W planie nauki na tym szczeblu, który określamy jako Stopień I, uwzględnimy zatym dwie powyżej wymienione kategorje samouków: »młodszej« młodzieży oraz osób starszych niewykształconych.

2. Zapewne rzadko się zdarza, żeby dziecko kształciło się samodzielnie w zakresie fizyki początkowej; omawiamy zatym ogólne zasady dydaktyczne tego zakresu głównie z punktu widzenia tych, którzy kierują nauką, w nadziei, że nasze uwagi przydadzą się rodzicom, wychowawcom, nauczycielom, a wskutek tego pośrednio i tym, którzy odbierają naukę tego stopnia.

Jako zasadę naczelną przy nauczaniu fizyki uznać można parafrazę trafnych słów pedagoga angielskiego Mialla (stosujących się właściwie do nauk przyrodniczych ogólnie): »Nauczenie się fizyki polega nie na zapamiętaniu faktów naukowych, lecz na przyzwyczajeniu się do myślenia naukowego (scientific habit of mind)«.

Niema nic bardziej przeciwnego duchowi nauk przyrodniczych, nic bardziej bezsensownego, niż pamięciowe uczenie się ich z książek. Lepiej żeby nauczyciel wcale nie uczył fizyki, niż żeby uczył jej dogmatycznie, czysto książkowo, żeby »zadawał« pewne ustępy do wyuczenia się i wymagał pamięciowego ich wyrecytowania. Taki sposób, znajdujący zastosowanie w filologji i historji, zasługuje wprost na miano »ogłupiania«, jeżeli zostaje przeniesiony na nauki przyrodnicze, gdyż tylko zabija wrodzone zdolności ucznia do samodzielnego obserwowania zjawisk fizycznych i rozumowania o nich; zamiast pobudzać jego ciekawość, ułatwić mu zrozumienie i przyswojenie sobie materjału naukowego, przytłacza jego umysł niestraw-

nym, dogmatycznym balastem. Podkreślamy te uwagi tym silniej, że ten sposób »uczenia« fizyki z naszego szkolnictwa jeszcze, niestety, nie został całkowicie wypleniony.

Wszystko to stosuje się przedewszystkim do nauki początkowej, służącej do wyrobienia pojęć, na których mogą się opierać rozumowania późniejsze. Dlatego też z pewną słusznością powiedziano: podręczniki fizyki elementarnej powinny służyć do tego, żeby się z nich nie uczyć! Nauka fizyki powinna się opierać przedewszystkim na samodzielnej obserwacji przyrody i własnoręcznych doświadczeniach ucznia. Książka jest nawet zupełnie zbyteczna na poziomie elementarnym, jeżeli nauczyciel jest świadomy rzeczy, jeżeli umie w odpowiedni sposób kierować pracą doświadczalną i myślową ucznia. Przeważnie też książki szkolne tego poziomu są raczej pomyślane, jako pomoc dla nauczyciela lub jako treściwe powtórzenie nauki ustnie udzielonej, aniżeli jako tekst dla uczącego się.

Wychowawca powinien zawsze mieć na uwadze powyżej przytoczone słowa Mialla, uwzględniając przytym, że »myślenie naukowe« różniło się bardzo w różnych stadjach rozwoju nauki i że musi mieć charakter inny na stopniu elementarnym, niż na najwyższym poziomie specjalizacji naukowej. Nauka na Stopniu I musi być dostosowana »do naiwnego poglądu na świat« (patrz str. 13), i nawiązywać się do bezpośrednich wrażeń zmysłowych obserwatora.

Chodzi przedewszystkim o zapoznanie się z materjałem doświadczalnym, na którego podstawie wytwarzają się pojęcia ogólne i z którego wyłaniają się z czasem ogólne prawa przyrody, na razie w formie jakościowej. Błędnym, albo co najmniej zbytecznym, byłoby wykładanie wyższych teorji naukowych (teorji światła, atomów, elektronów i t. p.) lub podawanie definicji naukowych w formie ścisłej, osiągniętej przez subtelne roztrząsania krytyczne, gdyż nie można jeszcze wyłożyć uczniowi należytego ich uzasadnienia, a dogmatyczne podawanie definicji i twierdzeń, bez zrozumiałego dla ucznia umotywowania, jest ciężkim błędem pedagogicznym.

Wynika z tego także, że na tym stopniu nauki elemen-

tarnej trzeba położyć główny nacisk na indukcyjny kierunek badania naukowego (patrz str. 30), t. j. na poznawanie praw przyrody przez uogólniającą analizę empirycznie poznanego materjału doświadczalnego. Nie może być mowy o dedukcjach teoretycznych, dopóki uczeń nie zna ani podstaw, na których takie wnioskowanie się opierać powinno, ani właściwej metody (matematycznej) takiego rozumowania.

Nauczanie elementarne powinno zatym dążyć do osiągnięcia celu, który daje się sformułować jak następuje:

a) wyrobienie zdolności spostrzegania znamion charakterystycznych wszelkich zjawisk i umiejętności dokładnego, wolnego od błędów, ich stwierdzania. Jest to rzecz ogromnej doniosłości w naszym szkolnictwie średnim, jako przeciwwaga tych prądów, które czynią umysły uczniów czasem wprost niezdolnemi do czerpania wiedzy inną drogą, niż za pośrednictwem bibuły drukowanej;

b) wykształcenie zdolności samodzielnego, logicznego wnioskowania, na podstawie faktów poznanych. Składa się na to: abstrahowanie pojęć zasadniczych, wyszukiwanie analogji i różnic zjawisk spostrzeganych i uogólnianie prawideł zauważonych;

c) zaznajomienie ucznia z zasadniczemi prawami przyrody i uprzystępnienia zrozumienia zjawisk świata fizycznego.

Ten cel da się osiągnąć jedynie przez jak najżywszy czynny udział ucznia i przez bezpośrednią styczność jego z faktami przyrody, w przeciwieństwie do metody czysto pamięciowego wchłaniania w siebie materjału książkowego; a wypływają stąd, jako praktyczne konsekwencje, dwie ważne reguły postępowania przy nauczaniu elementarnym: 1) użyteczność t. zw. metody heurystycznej, 2) konieczność samodzielnych ćwiczeń doświadczalnych, jako podstawy nauki.

3. Metoda heurystyczna, ujęta w system i udoskonalona zwłaszcza przez Armstronga[1]) w Anglji i powszechnie stosowana w tamtejszym szkolnictwie elementarnym, a w znacznej części także w szkołach średnich, polega na »naprowadzaniu uczniów na drogę samodzielnego odkrywania praw naukowych«.

[1]) Patrz bibljografja Stopnia I, str. 94.

Charakterystyczną jej cechą jest zatym to, że pytania nauczyciela nie stosują się do przedmiotu, już poprzednio wyłożonego, lecz do kwestji dla ucznia nowych, jeszcze nie objaśnionych poprzednio. Zmierza ona zatym do tego, żeby bierne przyjmowanie wiadomości wykładanych przez nauczyciela zastąpić, ile możności, przez samodzielne odkrywanie i odgadywanie przez ucznia, albo też uczniów, gdyż metoda taka najlepiej się daje przeprowadzić przy współudziale całej »klasy«.

Oczywiście mowy o tym być nie może, żeby dziecko w kilku latach nauki szkolnej odkryło samodzielnie to, na co się złożyła praca życia całych pokoleń uczonych. Dlatego chodzi tu głównie o umiejętne stawianie pytań przez uczącego i stopniowe naprowadzanie ucznia na drogę właściwą. Jest to droga mozolna, gdyż bardzo niewiele można wymagać od twórczej inwencji dziecka, i uważałbym to za błędną przesadę, gdyby całą naukę chciano poprowadzić wyłącznie tą drogą. W każdym razie jednak nauka elementarna w zakresie naszego przedmiotu powinna być silnie »heurystycznie zabarwiona«. Osiąga się tym sposobem żywe zainteresowanie przedmiotem, ułatwia się zrozumienie prawd, wskazując, jaką drogą zostały zdobyte, a przedewszystkim rozbudza się zdolność samodzielnego myślenia naukowego — co właśnie jest głównym kształcącym celem nauczania fizyki.

Metoda ta daje się z wielkim pożytkiem zastosować również i w innych naukach, zwłaszcza w matematyce, naukach biologicznych (ale nie w historji!), lecz najłatwiej i z największym pożytkiem właśnie w fizyce i chemji. Tutaj też przybiera specjalny charakter praktyczno-doświadczalny, wskutek tego że odkrywanie prawd naukowych polega tu na sumiennym wykonaniu doświadczeń i ścisłej obserwacji ich wyników, a wymaga równocześnie ścisłości w rozumowaniu.

4. W fizyce — jak wogóle w naukach przyrodniczych — wymagania metody heurystycznej wiążą się zatym z żądaniem oparcia całej nauki na własnoręcznych doświadczeniach ucznia.

Dziecko już jako niemowlę zbiera materjał doświadczalny z fizyki i zupełnie nieświadomie przystosowuje umysł swój do niego. Ten sam proces myślowy odbywa się zupełnie automa-

tycznie w dalszym życiu codziennym, ale można go nadzwyczajnie ułatwić i przyśpieszyć przez zwracanie uwagi dziecka na zjawiska przyrody (słońce, księżyc, gwiazdy, śnieg, chmury i mgły, zwłaszcza na wycieczkach w góry; zabawa nad strumykiem, stawem, morzem, rzeką, zjawisko falowania), przez podsunięcie odpowiednich zabaw (piłka, palant, ślizgawka, pływanie, wiosłowanie, gimnastyka, inne zabawy i sporty, klocki do budowy, slöjd, matador, roboty z papieru, drzewa, metalu i t. d.), przez styczność z techniką i przemysłem (praca kowala, szklarza, stolarza, budowa domów, kolej, okręty, fabryki) i t. p. Bardzo kształcąco działają zwłaszcza zajęcia w warsztatach studenckich.

Wszystko to przyczynia się do wyrobienia »instynktu fizykalnego« i do umocnienia podwalin doświadczalnych dla późniejszego świadomego myślenia naukowego. Właściwa nauka jednak nie może się oczywiście ograniczyć do pamięciowych wywoływań owych obserwacji, lecz opierać się powinna koniecznie na specjalnych, celowo wykonywanych doświadczeniach. Rozpoczyna się ona już na stopniu bardzo elementarnym, jako t. zw. nauka o rzeczach (object lessons), w połączeniu z biologją oraz z zastosowaniami technologicznemi w życiu codziennym. Z czasem fizyka i chemja oddzielają się od innych nauk przyrodniczych i słusznym się wydaje, żeby w nauce elementarnej główny nacisk kłaść na pierwszy z tych dwu przedmiotów, jako naukę przejrzystszą, mniej przeładowaną szczegółami pamięciowemi, a niezbędną dla naukowego traktowania przedmiotu drugiego, t. j. chemji.

5. Przez długi szereg lat ograniczano się w nauczaniu szkolnym do w y k ł a d a n i a programu, ilustrując ważniejsze punkty doświadczeniami demonstracyjnemi, t. zn., że nauczyciel wykonywał doświadczenia, a uczniowie przyglądali się temu z odległości.

Takie »pokazy doświadczalne« mają dydaktyczną wartość niezaprzeczoną i nauka na nich oparta stoi bez porównania wyżej od owej przeżytej parodji nauki, która polegała na samym wykładaniu (czy dyktowaniu z książki). Ale powszechnie dzisiaj uznano, że »pokazy« nie wystarczają, że powinny być uzupeł-

nione, a w znacznej części zastąpione, przez własnoręczne doświadczenia uczniów. To też w Anglji i w Ameryce wszystkie szkoły, w których się wogóle uczy tych przedmiotów, są zaopatrzone w pracownie uczniowskie, i ćwiczenia laboratoryjne uczniów są głównym czynnikiem w nauczaniu fizyki i chemji, odbywającym się nawet często wyłącznie w pracowni. Oczywiście, że panuje tu metoda indukcyjno-heurystyczna: uczniowie z możliwą sumiennością i ścisłością wykonywają doświadczenia (przeważnie pomiary) we wskazanym przez nauczyciela kierunku i na wynikach przez nich otrzymanych opiera się dalsze wnioskowanie. Dla nauczyciela pozostaje zadanie skontrolowania wyników, streszczenia ich i ułożenia wypływających z nich wniosków w całość systematyczną.

Za przykładem Anglji i Ameryki postępują także Francja, Niemcy i niektóre inne kraje kulturalne kontynentu. W Niemczech dążenia te popierali zwłaszcza Schwalbe, Hahn, Noack, K. T. Fischer, Grimsehl, Gutzmer, Kerschensteiner; w ich też pismach można znaleźć liczne wskazówki pożyteczne. Przełom w kierunku wskazanym wywołały zwłaszcza uchwały powzięte w Meranie w r. 1905 przez komisję dydaktyczną Towarzystwa niemieckich przyrodników i lekarzy, zasadzające się na następujących trzech tezach:

I. Fizyka powinna być wykładana jako nauka przyrodnicza, nie zaś jako nauka matematyczna.

II. Nauczanie fizyki powinno dawać przykład, jak się wogóle zdobywa wiedzę w zakresie nauk przyrodniczych.

III. Niezbędne są systematyczne ćwiczenia uczniów w samodzielnym obserwowaniu i eksperymentowaniu.

Obecnie już olbrzymia większość szkół średnich w Niemczech wprowadziła w większym lub mniejszym zakresie tego rodzaju pracę laboratoryjną.

U nas niektóre dzielne jednostki rozpoczęły także skuteczne usiłowania w tym kierunku; (por. bibljografję Stopnia II, 5), a obecnie pracownia Koła matematyczno-fizycznego w Warszawie ułatwia nadzwyczajnie przeprowadzenie tej reformy szkołom i zakładom w Warszawie.

Naogół jednak walka z apatją nauczycieli, przesadną

oszczędnością i konserwatyzmem władz szkolnych jest ciężka i nauka fizyki jest znacznie więcej zacofana, niż nauczanie nauk opisowo-przyrodniczych, gdzie od dawna jest uznana konieczność osobistego zaznajomienia się ucznia z przyrodą żywą. Z braków tych, jeszcze u nas panujących, pochodzi, że w papierowych umysłach naszej inteligiencji, ukończonych gimnazjalistów, wiadomości z fizyki są naleciałością, która, jako wiedza nie zdobyta samodzielnie i nie przyswojona należycie, prędko zanika.

Ktokolwiek dba o racjonalną naukę fizyki i chemji, powinien przedewszystkim starać się o wprowadzenie ćwiczeń uczniowskich, choćby drogą stopniowego, powolnego rozwoju, jaką ta sprawa przeszła w Niemczech. Początkowo wprowadzono tam ćwiczenia w skromnych rozmiarach, jako zajęcie nadobowiązkowe dla lepszych uczniów, z czasem zmieniono je na ćwiczenia obowiązkowe, ale nie związane organicznie z nauką szkolną. Obecnie dąży się do tego, żeby ćwiczenia były wplecione we właściwą naukę i to nietylko jako przerobienie lub uzupełnienie materjału, wyłożonego przez nauczyciela, ale też jako fundament, na którym opiera się nauka, prowadzona sposobem heurystycznym. Zresztą Niemcy w konsekwentnym stosowaniu metody heurystycznej nie idą tak daleko, jak Anglicy.

Ewolucja taka wymaga oczywiście zmiany »mieszanego« systemu ćwiczeń — w którym każdy uczeń opracowuje inne zadanie — na system »równoległy«, polegający na wykonywaniu tego samego ćwiczenia przez całą »klasę« i wymagający wskutek tego odpowiedniego wyposażenia w większą liczbę jednakowych przyrządów. Zresztą co do sposobu urządzenia, kosztów i t. d. odsyłamy czytelnika do literatury poświęconej specjalnie tym kwestjom.

Na tym miejscu wypadłoby tylko jeszcze ostrzec przed wadą, dającą się zauważyć zwłaszcza często w Niemczech, że się wprowadza owe ćwiczenia tylko dla uczniów klas wyższych. Niema wątpliwości, że o wiele ważniejsze są one właśnie w nauce elementarnej, że na nich powinna się zasadzać cała nauka początkowa, gdyż tu właśnie musi być dany konkretny materjał, na którego podstawie wyrabiają się pojęcia naukowe. Uczeń dojrzalszy, więcej wyrobiony w myśleniu abstrakcyjnym, prę-

dzej jeszcze może się obejść bez osobistego wykonywania doświadczeń, niż uczeń początkujący. Prócz tego zauważyć trzeba, że do ćwiczeń elementarnych wystarczają środki bardzo skromne, mało co wychodzące poza to, co w każdym gospodarstwie domowym znaleźć można, że zatym doświadczenia elementarne dają się urządzić niewielkim kosztem dla większej liczby uczniów.

Praktycznym może się też okazać połączenie albo raczej uzupełnienie tej nauki przez naukę zręczności. Niech uczeń ćwiczy zręczność i pomysłowość w sporządzaniu owych prostych przyrządów, które się mogą przydać do elementarnej fizyki. Będzie to dla niego źródłem zajęcia niezmiernie pouczającego i zajmującego.

Nie można się naturalnie łudzić, żeby uczeń na tym stopniu wogóle mógł dojść do zupełnego zrozumienia zasad fizyki, gdyż umysł jego pod względem ścisłego myślenia matematycznego jest nieprzygotowany; dlatego też słusznie naukę na tym stopniu nazwano propedeutyką fizyki (przygotowaniem naukowym). Doświadczenia będą w znacznej części tylko jakościowej natury, chodzi przedewszystkim o to, żeby uczeń w i d z i a ł zjawiska, poznawał warunki ich powstawania i przekonał się o regularności ich występowania. To w nim wytwarza z czasem przekonanie o p r a w i d ł o w o ś c i zjawisk przyrody. Ś c i s ł o ś ć tych prawideł da się na tym szczeblu wykazać jedynie w ograniczonym zakresie. Chodzi tu głównie o pomiary, dające się wykonać przy pomocy miar długości i wagi. Jest to stosunkowo nie dużo, ale wystarczy, żeby uczniowi dać pogląd właściwy na to, co nazywamy ścisłością praw przyrody. Korzyści wykonywania takich pomiarów ilościowych nie dadzą się zastąpić przez nic innego i są konieczną częścią programu tego Stopnia. Wogóle należy ostrzec przed błędnym pojęciem, jakoby owa praca doświadczalna miała być zabawą. Zabawę w związku z temi zajęciami i ze szkołą zręczności pozostawimy inicjatywie uczniów, nauka jednak powinna polegać na doświadczeniach, urządzanych metodycznie i celowo.

6. To, co dotychczas mówiliśmy, stosowało się przedewszystkim do nauczania dzieci w szkole lub w domu przez osobę starszą, posiadającą odpowiednią znajomość przedmiotu i zdol-

ności pedagogiczne. W braku takiego nauczyciela młody samouk, dążący do gruntownego wykształcenia, powinien postępować, o ile możności, w myśl tych samych zasad. Książka musi wówczas spełniać rolę nauczyciela, przez zwracanie uwagi czytelnika na pewne zjawiska, przez podsuwanie mu zagadnień, przez udzielanie wskazówek co do wykonywania doświadczeń oraz ich zrozumienia.

Samouk jednak żadną miarą nie powinien zadowolić się przeczytaniem opisu doświadczeń, lecz koniecznie powinien dążyć do własnoręcznego ich wykonywania, o ile to jest możliwe w zakresie jego środków. Z przezwyciężania trudności, połączonych z budowaniem przyrządów prostemi środkami, może nawet więcej odnieść korzyści, niż gdyby dostał do rąk gotowe przyrządy fabryczne. Nad wynikami osiągniętemi powinien się zastanawiać, a następnie znów radzić się książki, celem skontrolowania, o ile doświadczenia dobrze wykonał i wyprowadził z nich trafne wnioski.

Te same rady dajemy również pewnym samoukom, jak przypuszczamy dzisiaj dość licznym: uczniom szkół, prowadzonych dawnym systemem, którzy nie są zadowoleni z suchej, dogmatycznej nauki szkolnej i pragną bliżej zapoznać się z fizyką w godzinach pozaszkolnych. Po części stosuje się to samo także do drugiej kategorji samouków, wymienionej na wstępie: osób starszych, dążących do ogólnikowego zapoznania się z fizyką dla zrozumienia zjawisk życia codziennego, choć dla nich wykonanie specjalnych doświadczeń stosunkowo mniej jest niezbędne. Wszak nie chodzi w tym wypadku o korzyści pedagogiczne ćwiczeń; zresztą tego rodzaju osoby starsze zazwyczaj wyrobiły już sobie pewne pojęcia i poglądy, na mocy swojego doświadczenia oraz okruchów wiedzy książkowej; chodzi tu raczej o ich logiczne powiązanie i sprostowanie różnych błędnych mniemań.

Człowiekowi dojrzałemu zaś, dążącemu do głębszego wykształcenia w zakresie fizyki, można najusilniej radzić, żeby rozpoczął od energicznego uczenia się matematyki, umożliwiającej mu odrazu przejście do Stopnia II.

7. Zgodnie z zasadniczym poglądem naszym na sprawę nauczania elementarnego wstrzymujemy się od podania szczegółowego programu nauki. Nie uważamy wogóle wiadomości na-

bytych na tym stopniu za niezbędną podstawę dla dalszej nauki, lecz sądzimy, że przy przerabianiu Stopnia I. chodzi głównie o pewne wyćwiczenie się umysłowe, które ułatwi następnie studja w zakresie Stopnia II.

W szkołach angielskich nauka początkowa często ogranicza się wyłącznie do zjawisk mechaniki, wraz z hidrostatyką i do ciepła. Nie uważamy takiego sposobu za odpowiedni i sądzimy, że propedeutyka powinna obejmować, jeśli na to czas pozwala, całą fizykę, pomijając na razie oczywiście zjawiska trudniej zrozumiałe, jak dynamikę ogólną (ruchu), zjawiska interferencji, uginania, polaryzacji światła, prawa elektromagnetyzmu, indukcji. Racjonalnym wydaje się nam np. program, zawarty w broszurze o Propedeutyce fizyki i chemji, cytowanej na str. 94, ale uważamy to wogóle za kwestję uboczną, a główny cel nauczania upatrujemy w stopniowym przyzwyczajaniu do metody naukowej.

Kto zaś naukę kończy na Stopniu I, temu chodzić będzie oczywiście także o objętość materjału, o poznanie całego zakresu fizyki, chociażby tylko w sposób ogólnikowy. Czy to będzie wiedza całkiem powierzchowna, czy też wykształcenie gruntowniejsze, zależy od umysłowego przygotowania samouka, a w jeszcze wyższym stopniu od pracy, którą poświęci przedmiotowi.

II.

Wybór odpowiedniej książki zależy oczywiście od wieku i umysłowego wykształcenia ucznia. Z tego punktu widzenia dzielimy literaturę przedmiotu na kilka kategorji, zastrzegając się wszakże, iż nie jest to podział bezwzględnie ścisły i niejedno dzieło jednej kategorji może się przydać także czytelnikom innych.

1. Podręczniki do nauki systematycznej młodzieży do lat 14 [1]).

Sądzimy, że nauka dzieci inteligientnych 10—12-letnich najlepiej da się poprowadzić w sposób eksperymentalny, przy

[1]) Uporządkowane w miarę rosnących trudności.

pomocy książki Kramsztyka. Dla wyrobienia zdolności spekulacyjnych polecić można równoległe przerobienie odpowiednich ustępów książki Natansona. Przedewszystkim jednak radzimy używania ostatniej książki nauczycielowi, który wpośród drobiazgów i szczegółów powinien jasno widzieć ogólne myśli przewodnie. Jeżeli dziecko rozpoczyna naukę w wieku nieco dojrzalszym (13—14 lat), powinno ono już przerabiać propedeutyczny kurs ćwiczeń fizycznych (np. według programu »Propedeutyki«, patrz str. 94) w sposób urzeczywistniony w angielskich podręcznikach (np. Heller i Ingold). Można do tego równie dobrze używać polskiego tłumaczenia książki Gregory'ego i Simmonsa, wybierając z niej początkowo zadania łatwiejsze i zostawiając resztę na poźniej. W tym stadjum nauki polecić można książkę szkolną Żłobickiego, w celu lepszego ułożenia i usystematyzowania materjału przerabianego doświadczalnie. Radzimy jednak usilnie opierać naukę nie na czytaniu, lecz — o ile możności — na poprzedzających ćwiczeniach doświadczalnych. W mniejszym stopniu zamiast tej książki nadają się tu podręczniki szkolne Kaweckiego i Czajkowskiego lub Kaweckiego i Tomaszewskiego.

Paweł Bert. Pierwszy rok kształcenia naukowego, czyli początkowa nauka przyrody. Nauki przyrodnicze: człowiek, zwierzęta, rośliny, kamienie, fizyka, chemia. Przełożył J. J. Boguski i Dygasiński. Wydanie 3-cie. Warszawa, Paprocki, 1903. Str. 360.

Książka bardzo znana, przeznaczona do początkowej nauki dzieci: we Francji doczekała się około pięćdziesięciu wydań; posiada dwie wybitne zalety pedagogiczne: przystępność wykladu, doskonale dostosowanego do poziomu umyslowego dziecka, oraz właściwą metodę nauczania, przy pomocy bezpośrednich doświadczeń i obserwacji przyrody. Fizyka w tym dziełku zajmuje 118 stron. Treść ułożona jest w formie wykładu nauczyciela, rozmawiającego z dzieckiem. Uznać trzeba i w tym dziale owe zalety i niejeden ustęp mógłby posłużyć za wzór wykładu dydaktycznego; za świetny środek pedagogiczny uważamy zwłaszcza liczne pytania, wymagające odpowiedzi ze strony dziecka i służące do utrwalenia i pogłębienia wiadomości nabytych.

Naogól jednak dziecko odgrywa w tej nauce rolę zbyt bierną; wolelibyśmy większe uwzględnienie metody heurystycznej nauczania (jak w podręcznikach angielskich) oraz przyuczenie dziecka do doświadczeń samodzielnych. Co do ogólnego planu tego podręcznika sądzimy, że podawanie takiego zasobu gotowych wiadomości z całego zakresu fizyki i nauk opisowo-przyrodniczych chybia celu; że lepiej przerabiać mniejsze działy.

a za to gruntowniej; że raczej należy odłożyć systematyczną naukę fizyki do czasu nieco większej dojrzałości umysłowej dziecka. Wówczas jednak lepiej rozpocznie się naukę odrazu od dzieł, wymienionych w dalszym ciągu.

Niemniej książka powyższa ma wysoką wartość dla dzieci tych warstw ludności, które muszą ograniczyć się do ogólnej nauki kilku klas szkoły ludowej i które nie mają sposobności przerobienia podręczników, poświęconych naukom specjalnym.

To samo dzieło ukazało się również w innym wydaniu, w formie kursu trzystopniowego, którego druga i trzecia część zawiera między innemi fizykę:

— Kurs elementarny nauk przyrodniczych. Rok II dla dzieci od lat 10—12. Człowiek. Zwierzęta. Rośliny. Kamienie. Fizyka i chemja. Przełożyła A. Kratzer. Warszawa, 1912. Cena kop. 65. — Rok III dla dzieci od 12—14 lat. Zwierzęta. Rośliny. Kamienie i pokłady. Fizyka Chemja. Fizjologja zwierzęca. Fizjologja roślinna. Nauki stosowane. Warszawa, 1908. Cena rb. 1. kop. 15.

St. Kramsztyk. Wiadomości początkowe z fizyki. Wydanie 5-te. Warszawa. E. Wende i Ska.

Książeczka I. 1912. str. VII+103. Cena kop. 60.

Książeczka II. 1910. str. 174. Cena kop. 80.

Jest to doskonały przewodnik do początków fizyki, świadczący o wielkich zdolnościach pedagogicznych autora. Zawiera w pierwszej części działy: o ciążeniu, cieczach, powietrzu; w drugiej części: o cieple, głosie, świetle, magnetyzmie, elektryczności, prądzie elektrycznym. Autor trzyma się jedynej właściwej metody: poglądowej, nakazując uczniowi wykonywanie prostych doświadczeń i nawiązując następnie do nich swe rozumowania. Przerobienie książki wymaga oczywiście, ażeby uczeń istotnie owe doświadczenia wykonał, a jest to tym łatwiejsze, że znaczna ich część nie wymaga żadnych przyrządów specjalnych. Wnioski swe autor ilustruje wielką liczbą przykładów, wziętych z życia codziennego, stawia pytania, pobudzające do myślenia i tym sposobem nietylko sam przedmiot utrwala w pamięci, alo co ważniejsze jeszcze: robi z fizyki szkołę obserwacji i myślenia.

Zakres wiadomości, objętych tą książką, jest zresztą bardzo szczupły, autor nie usiluje nawet formułować praw elementarnych (dźwignia, wahadło, prężność powietrza, załamanie światła

i t. p.) za pomocą proporcji, lecz ogranicza się do określeń »więcej — mniej«, ale mimo to przerobienie jej więcej przyniesie korzyści niż niejednego z podręczników szkolnych o wyższym poziomie, dających znacznie większy zapas wiadomości, a mniej prawdziwego zrozumienia rzeczy.

Rzecz polecenia godna przy nauczaniu elementarnym, jak i dla początkujących starszych samouków.

Wł. Natanson. Początkowa nauka fizyki. Warszawa, M. Arct. 1895. Str. VI + 122. Cena kop. 75.

— Wiadomości z nauki fizyki dla szkół wydziałowych. Lwów, 1908. Str. VII + 170. Cena opr. kor. 1.

— Wiadomości z nauki fizyki dla seminaryów nauczycielskich. Lwów. C. K. wyd. książ. szkoln. 1908. Str. 216. Cena opr. kor. 1.20.

Książki te niewiele różnią się między sobą. Zakres i plan każdej jest zastosowany do specjalnego przeznaczenia; najobszerniejsza jest ostatnia. Są one napisane przez wybitnego uczonego i odbiegają daleko od przyjętego szablonu tego rodzaju książek szkolnych. Autor dąży do tego, żeby naprowadzić czytelnika drogą rozumowania na wszystkie wnioski i dać mu pogląd na zjawiska przyrody z punktu widzenia najistotniejszych praw podstawowych (zwłaszcza w związku z pojęciem energji), z pominięciem wszystkich szczegółów drugorzędnych. Nie wymagają one żadnych zgoła wiadomości przedwstępnych, ale jednak pewnej dojrzałości umysłowej i uważane są za stosunkowo »nie łatwe«. Pisane są raczej stylem »ciągłym« książek do czytania, niż zwykłym urywanym stylem podręczników szkolnych, co jest cechą zachęcającą, zwłaszcza dla samouków, a także pożyteczną przy nauce szkolnej. Tylko trzeba korzystać z tych podręczników w sposób właściwy: broń Boże, nie uczyć się tekstu na pamięć, lecz wykonywać proste doświadczenia opisywane, starać się zrozumieć je według wskazówek autora, a spamiętać konkluzje (które radzimy wypisać w streszczeniu, krótkiemi słowami).

Elroy M. Avery. Pierwsze zasady fizyki. Tłom. z angielskiego Wł. Kwietniewski. Wyd. 2-gie przejrzane i uzupełnione przez St. Bouffałła. Warszawa. 1912. Gebethner i Wolff. Kraków. Geb. i S-ka. V+7+480. Cena rb. 1.50.

 Książka dość rozpowszechniona w Ameryce, podaje fizykę w sposób przystępny, w formie pytań i odpowiedzi, łatwych do nauczenia się. Chwalebna jest tendencja, wyrażona w słowach wstępnych: »ucz się poznawać naturę za pomocą doświadczenia« — przebijająca w licznych, łatwych do wykonania doświadczeniach, wplecionych w tok wykładu. Pożyteczne dla nauki są również pytania, pobudzające do myślenia samodzielnego. Mimo tych zalet uważamy układ całej książki stanowczo za wadliwy pod względem dydaktycznym. Za podstawę wykładu fizyki służy ustęp o materji, o molekułach i atomach, w których autor wygłasza tonem dogmatycznym różne definicje bez treści, oraz twierdzenia o wątpliwej wartości naukowej, a niewątpliwie ujemnej wartości dydaktycznej. Jaki sens ma np. wytłumaczenie, co to jest ciało: »ciało jest jakakolwiek ilość materji złożona z molekuł«? Jest to tłumaczenie rzeczy znanej za pomocą pojęć niezrozumiałych (na tym stopniu wykształcenia). Jaka jest wartość naukowa powiedzenia: »każdy z trzech podziałów materji (gazowy, ciekły, stały) ma swój rodzaj przyciągania, swój rodzaj ruchu«?

Wobec takich niedorzeczności dydaktycznych rozumiemy oburzenie Ostwalda, który chciał zupełnie wyrugować z nauczania pojęcie atomów i molekuł, a nawet w przesadnym zapędzie usiłował wyrzucić je z nauki wogóle. W każdym razie hipotezy molekularno-atomistycznej nie powinno się wprowadzać do nauczania, zanim ona nie wyniknie z faktów doświadczalnie poznanych, jako niewątpliwie najprostsze ich tłumaczenie (prawo Daltona, Avogadry i t. d.). Nauka powinna się zaczynać od poznania zjawisk, a nie od wyuczenia się teorji!

Ten sam ton dogmatyczny i te same tłumaczenia bez treści rażą nas nieraz i w dalszym ciągu wykładu. Tak np. autor objaśnia: »Elektryczność jest to pewna forma energji«. Po pierwsze, nie jest to prawda. Energja elektryczna jest energją, ale elektryczność nie jest energją, tak samo jak masa nie jest energją. Po drugie, takie powiedzenie niczego istotnego nie wyjaśnia. Wogóle dział o elektryczności pod wielu względami jest wadliwy i przestarzały. Nie zaradza temu dostatecznie ustęp, dodany przez St. Bouffałła przy drugim wydaniu, p. t. *Przegląd najnowszych zdobyczy na polu fizyki.*

Zatrzymaliśmy się dłużej nad omówieniem powyższych szczegółów, nie ażeby specjalnie to dzieło skrytykować, lecz ażeby przestrzec przed wadami, niestety, bardzo rozpowszechnionemi w wykładzie fizyki, których ono jest przykładem.

Wł. Żłobicki. *Wiadomości z fizyki dla III i IV klasy szkół średnich.* Lwów, nakł. Jakubowskiego. 1913. Str. V+232, z 381 rycinami. Cena k. 3.20.

Jest to książka szkolna, którą jednak gorąco polecić można nietylko do użytku szkolnego, ale także do samouctwa, gdyż, odbiegając znacznie od szablonu sucho dogmatycznych podręcz-

ników szkolnych, w znacznie wyższym stopniu niż inne podobne książki, potrafi zastąpić ustny wykład nauczyciela. Rzecz jest napisana zajmująco, liczne pytania pobudzają do myślenia, a wielka liczba ilustracji, przeważnie wcale dobrze wykonanych, przyczynia się do ożywienia tekstu. Cechą bardzo dodatnią jest ciągłe nawiązywanie treści do doświadczeń życia codziennego i zachęcanie czytelnika do wykonywania prostemi środkami pouczających eksperymentów. Tekst i układ książki znamionuje wybitny talent dydaktyczny i naukową kwalifikację autora; drobne usterki zapewne w nowym wydaniu zostaną poprawione. W każdym razie stanowi ona wybitny postęp w porównaniu z podręcznikami dotychczasowemi.

Układ materjału w tym i innych podobnych podręcznikach szkół średnich zaboru austryjackiego różni się (zgodnie z oficjalnym planem nauki fizyki z roku 1909) od dawniej przyjętego tym, że mechanika, jako dział najtrudniejszy do zrozumienia, następuje dopiero przy końcu fizyki: Wstęp. Ciepło. Magnetyzm. Elektryczność. Głos. Światło. Równowaga i ruch. Ciecze. Gazy. Wiadomości z astronomji.

A. M. Kawecki i **F. Tomaszewski.** Fizyka i krótki rys kosmografji. Podręcznik dla niższych klas szkól średnich. Wyd. 6-te. Kraków. Krzyżanowski. 1910. Str. 164. Cena k. 2.

Jest to podręcznik dotychczas najwięcej używany w szkołach średnich zaboru austryjackiego przy nauce fizyki w klasie III, IV, t. j. dla dzieci w wieku lat 13—14. Metoda wykładu naogół poprawna, polegająca na wykonaniu doświadczenia, następnie wyprowadzaniu zeń wniosków ogólnych. Bardzo dobre są też pytania, dołączone do niektórych rozdziałów i przerobienie ich uważamy za rzecz konieczną przy nauce racjonalnej. Nie można jednak pominąć milczeniem pewnych wad, występujących w tym i w wielu innych podręcznikach, jak wygłaszanie niepotrzebnych, a często wprost wadliwych definicji bez treści (przyroda, zjawiska, ciało, materja, masa i t. d.), wprowadzania nowych pojęć w taki sposób, jak gdyby głównym celem była nomenklatura, budowanie wykładu na teorjach, nie dających się w tym stadjum nauki należycie uzasadnić (hipoteza drobinowa, elektronowa, eter kosmiczny) i t. p. Albo należy omówić zjawiska interferencji, jako podstawę teorji undulacyjnej światła, albo też wogóle nie wspominajmy o falach świetlnych, a w każdym razie nie w tak wadliwy sposób, jak to autorowie czynią. Przy ocenie książki trzeba pamiętać, że jest ona przeznaczona do nauki szkolnej. Do tego celu, jako powtórzenie materjału po dobrej lekcji szkolnej, jeszcze stosunkowo lepiej się nadaje, natomiast

p. dop. = patrz dopełnienia

nie odpowiada wcale potrzebom samouków, gdyż dla nich wykład jest zbyt zwięzły i nużący swoją suchością.

M. Kawecki i **K. Czajkowski.** Fizyka dla szkół wydziałowych. 1912. Kraków. Skład u Gebethnera i Sp. Str. 149. Cena w opr. k. 1.60.

Książka ta jest pod względem dydaktycznym lepiej napisana, niż poprzednia, i prędzej może być polecona samoukom. Poziom wykładu jest zresztą nieco niższy, a układ materjału odmienny, gdyż nauka rozpoczyna się od mechaniki, poczym następuje akustyka, cieplo, elektryczność i magnetyzm, a wreszcie światło. Wobec tego autorowie musieli oczywiście wykładać mechanikę w sposób bardzo przystępny, oparty na doświadczeniach, unikając dowodów rozumowych. Nie brak zresztą i w niej pewnych drobniejszych usterek.

Wybitny kontrast z powyżej wymienionemi podręcznikami tworzą książki angielskie, używane do nauki elementarnej fizyki. Są one wyrazem metody eksperymentalno-laboratoryjnej nauczania, która panuje nietylko w Anglji i Ameryce, ale i w innych krajach Europy zyskuje coraz większe uznanie. Ponieważ i u nas pewna reforma pod tym względem jest konieczna, wymienimy jako charakterystyczne przykłady:

W. M. Heller and **E. G. Ingold.** Elementary experimental Science. Londyn, Blackie and Son. Str. 220. Cena szyl. $2^1/_2$.

Rzecz przeznaczona dla nauczycieli wyższych klas szkół ludowych lub niższych klas szkół średnich. Wstęp doskonale, krótko poucza o celach i metodach nauczania fizyki. W zakresie elementarnym polega ona wyłącznie na ćwiczeniach doświadczalnych, wykonywanych przez uczniów. Następuje szczegółowy opis tych ćwiczeń, które już na tym stopniu posiadają prawie wyłącznie charakter pomiarów ilościowych. Rozpoczyna się od pomiarów długości, powierzchni, objętości, które według naszego zdania, należą raczej do propedeutyki gieometrji. W dalszym ciągu następuje ważenie, mierzenie gęstości i wyprowadzanie praw zasadniczych z zakresu hidrostatyki, aerostatyki, oraz elementarnych zjawisk cieplnych, wszystko na mocy ciągłych doświadczeń mierniczych. Jako dodatek dołączone są wskazówki o prostych manipulacjach laboratoryjnych oraz przykłady kilku »object lessons« (nauka o rzeczach, z naciskiem na zjawiska chemiczne). Książka pod względem dydaktycznym doskonale obmyślana. Zakres wiadomości szczupły, nie obejmuje wcale zja-

wisk akustyki, optyki, elektryczności, ale wykład gruntowny, zaprawiający ucznia do jedynie właściwej metody zdobywania wiedzy przyrodniczej. Autorowie nie dają uczniom żadnej książki do ręki, lecz każą im spisywać notatki laboratoryjne, co korzystne będzie chyba tylko w bardzo małych klasach, gdzie możliwa jest skrupulatna kontrola notatek.

W. H. Perkin and **B. Lean.** An Introduction to Chemistry and Physics. 2 t. Macmillan. Londyn, 1910. Tom I, str. XI+207. Cena szyl. 2. Tom II, str. XII+216. Cena szyl. 2.

Według tych autorów nauka także odbywa się przeważnie jako praca laboratoryjna uczniów. Książka niniejsza ma być im jednak pomocną przy przygotowaniu doświadczeń, spisywaniu i opracowaniu wyników otrzymanych. Autorowie główny nacisk kładą na chemję; z fizyki natomiast tylko te części przerabiają, które się ściśle wiążą z chemją; podręcznik ten zatym co do zakresu odpowiada mniej więcej książce Hellera-Ingolda, lecz zawiera mniej szczegółów. Pierwszy tomik (dla dzieci 14-letnich) obejmuje właśnie te ćwiczenia fizyczne wraz z elementarnemi doświadczeniami chemicznemi; drugi tomik jest poświęcony prawie wyłącznie chemji.

Na nieco wyższym szczeblu stoi:

D. E. Jones. Elementary Lessons in Heat, Light and Sound. Macmillan. Londyn, 1909. Cena szyl. $2^1/_2$.

Doskonała książka, ukazująca się obecnie w dwudziestym wydaniu, bardzo używana w angielskich szkołach średnich. Nie ma tak dalece charakteru podręcznika laboratoryjnego, jak poprzednie dwie książki, lecz jest to połączenie wykładu z doświadczeniami, których wykonanie autor określa w formie rozkazującej, zwróconej do ucznia; liczba ich jednak jest tak znaczna, że tylko część uczniowie przerobią rzeczywiście, gdy inną część nauczyciel może im sam zademonstrować. Wielką zaletą są liczne zadania, dołączone do każdego rozdziału (wraz z odpowiedziami). Autorowie nie wymagają od ucznia wiadomości przekraczających Stopień I, jednak przedmiot traktują znacznie gruntowniej, niż to u nas bywa w zakresie niższego nauczania. Wogóle książki używane w angielskich szkołach średnich zazwyczaj są obliczone dla wieku 13—16 lat, odpowiadają zatym poziomowi pośredniemu między nauką w niższych a wyższych klasach w naszych szkołach średnich, w których panuje system dwustopniowy fizyki.

Większą część ich zaliczamy raczej do *Stopnia II* i tam niektóre z nich omawiamy (str. 109).

Jedyna książka w języku polskim, odpowiadająca wymaganiom angielskiej metody doświadczalno-praktycznej, jest książka Gregory'ego i Simmonsa, omawiana dalej (p. *Stop.* II), która z korzyścią może być użyta częściowo już na *Stopniu* I.

---

2. Książki uzupełniające.

Jako *uzupełnienie systematycznej* nauki szkolnej lub prywatnej polecamy gorąco książki, dające pobudki — pod postacią zabawy — do pouczających i zajmujących *zajęć eksperymentalnych*:

St. Kramsztyk. *Doświadczenia fizyczne bez przyrządów.* Wyd. II. Warszawa, Orgelbrand. 1904. Str. XII+255. Cena kop. 80.

Nie jest to systematyczny kurs fizyki, lecz przewodnik do doświadczeń, jakiemi każdy chłopiec z przyjemnością się zajmie ku własnej rozrywce, a równocześnie z rzetelnym pożytkiem dla siebie. Książka zawiera mniejszą liczbę doświadczeń niż dzieła w dalszym ciągu wymienione, gdyż tylko takie są wybrane, które nie wymagają żadnych przyrządów specjalnych, ale równocześnie poświęca ona więcej miejsca szczegółowemu objaśnieniu zjawisk fizycznych, w grę wchodzących, przez co wzrasta jej wartość dydaktyczna, zwłaszcza dla samouków.

Znaczna część doświadczeń wymienionych w tej książce jest wyjęta z dzieła francuskiego, które się ukazało w tłumaczeniu polskim p. t.:

G. Tissandier. *Rozrywki naukowe* (Fizyka i chemja bez przyrządów) z francuskiego przetłumaczył J. Harabaszewski. Warszawa. Fiszer, 1910. Str. VIII+213. Cena rb. 1 kop. 50.

Autor nieco silniej podkreśla pierwiastek zabawy, a mniejszy kładzie nacisk na objaśnianie naukowe; znaczna część doświadczeń wymaga pewnej zręczności ze strony wykonawcy. Niemniej i tę rzecz polecić można jako zachętę do samodzielnych eksperymentów fizycznych, tak potrzebną zwłaszcza naszej młodzieży, przekarmionej nauką książkową.

Jako najlepsze dzieło tego rodzaju uważamy jednak:

B. Donath. Physikalisches Spielbuch für die Jugend. Wyd. 2. Vieweg, Brunświk. 1907. Str. XVI+510. Cena m. 5.

Przy wykonywaniu doświadczeń tu zebranych (z zakresu całej fizyki) chodzi pozornie tylko o zabawę, o przyjemne spędzanie czasu, ale motto autora »discimus, dum ludere videmur« (uczymy się, podczas gdy się pozornie bawimy) chyba nigdzie nie znajduje tak trafnego zastosowania, jak właśnie tutaj. Zabawa taka zachęca do wytrwałej pracy doświadczalnej, rozwija cierpliwość, zręczność, pobudza do zastanawiania się nad zjawiskami przyrody i wpaja w umysł wiadomości, które później tworzą cenne fundamenty dla nauki systematycznej. Autor uniknął w szczęśliwy sposób tonu pouczającego, a przecież umiał dać objaśnienia potrzebne do zrozumienia zjawisk fizycznych, o które chodzi w danym wypadku. Książka nadaje się dla początkujących, ale zawiera również ustępy przeznaczone dla młodzieży dojrzalszej (np. w wyższych klasach szkół średnich). Nauczyciele także mogą z niej niejedno skorzystać w swej praktyce dydaktycznej.

C. Schäffer. Natur-Paradoxe. Wyd. 2. Teubner. Lipsk, 1911. Str. 188. Cena w opr. m. 3.

Jest to opracowanie angielskiego dzieła W. Hampsona: Paradoxes of nature and science, w którym autor zebrał różne zjawiska, wywołujące w nas zdumienie, gdyż zdają się sprzecznemi z prawami przyrody, albo raczej z codziennym doświadczeniem, jak np. ruch bąka, jazda cyklisty wbrew ciężkości po pętli, rzucanie bumerangu, podnoszenie wody za pomocą taranu, funkcjonowanie injektora i t. d. Dwie trzecie książki poświęcone są zjawiskom fizycznym, reszta chemicznym i biologiczno-psychologicznym, a podany jest nietylko opis zjawisk, lecz także bardzo szczegółowe i przystępne ich wytłumaczenie. Można polecić tę książkę jako ciekawą lekturę, która zachęci czytelnika do własnoręcznego eksperymentowania i do zastanawiania się nad zjawiskami przyrody i tym samym przyczyni się do zainteresowania nauką.

Odrębny charakter ma książka:

R. Fischer. Elementar-Laboratorium. Eine Anleitung zur billigsten Herstellung von Apparaten aus dem Gebiete der Naturkunde. Verlag. d. Jugendblätter (K. Schnell) Monachjum. Cena w opr. m. 4.

Wytworzyły ją nowoczesne prądy w nauczaniu fizyki, jakie w Bawarji za inicjatywą prof. K. T. Fischera i radcy szkol-

nego Kerschensteinera (który napisał przedmowę do powyższej książki) zupełnie przekształciły tradycyjny sposób nauczania. Sądzimy, że autor idzie za daleko, zastępując naukę fizyki w szkole ludowej całkowicie przez naukę sporządzania prostych przyrządów fizycznych, ale w każdym razie tendencja jego, polegająca na pobudzaniu uczniów do samodzielnej pracy doświadczalnej i zachęcaniu do ręcznych robót konstrukcyjnych, jest bardzo chwalebna. Można to z drugiej strony uważać za naukę slöjdu, której się nadało głębszą treść przez połączenie z fizyką. (Patrz także Paczowski, Stop. II).

Jakże inaczej rozwinęłaby się u nas nauka fizyki, gdyby obok właściwej nauki choć część uczniów poświęcała swój wolny czas zajęciom tego rodzaju. Takim sposobem mogłaby się także każda szkoła łatwo zaopatrzyć w przyrządy, wystarczające prawie całkowicie do zwykłych doświadczeń z fizyki elementarnej. Szczególnie ważne są takie zajęcia dla samouka; oszczędzą mu sprowadzania kosztownych przyrządów i nauczą go różnych rzeczy z zakresu praktyki fizycznej, o których przyrząd gotowy nie dałby mu żadnego wyobrażenia.

Książka zawiera wstępne uwagi o materjałach, narzędziach i manipulacjach, następnie dość słaby rozdział teoretyczny o zjawiskach fizycznych, a główną jej część zajmują rysunki przyrządów i wskazówki konstrukcyjne. Pod niejednym względem nie jest ona ideałem tego, co możnaby napisać w tym rodzaju. Sądzimy, że naogół za mało zostawia pola dla własnej wynalazczości uczniów. Środki używane, deszczułki, korki, druciki są w wielu wypadkach zbyt pierwotne w stosunku do celu zamierzonego, wolelibyśmy często także inny dobór zadań. Jednak nie wahamy się polecić tej książki do użytku młodzieży i nauczycieli — z następującemi zastrzeżeniami: 1) niech uczeń przestudjuje rysunki, ale niech się postara sam wymyślić odmienne (byleby dobre!) sposoby konstrukcji, 2) niech nie wyobraża sobie, że takie sporządzanie przyrządów jest fizyką! Chcąc poznać, co to jest fizyka, niech przy ich pomocy zabierze się do przerabiania książki Gregory'ego i Simmonsa.

Książką o podobnej tendencji, ale wymagającą znacznie

większych środków i większej zręczności praktycznej, jest książka Gscheidlena (p. Stop. II).

p. Stop

3. Lektura.

Z drugiej strony podkreślamy i na tym miejscu ogromną wartość kształcącą dobrej lektury domowej, jako uzupełnienia nauki systematycznej. Do tego celu nadają się:

M. Faraday. O siłach natury. Dzieje świecy. 12 odczytów dla młodzieży. Wyd. »Przeglądu Tygodniowego« Warszawa, 1888. Str. 281. Cena kop. 60.

Doskonała książka słynnego uczonego i popularyzatora. Pierwsza część dotyczy przeważnie fizyki (ciężkość, spójność, powinowactwo chemiczne, ciepło, magnetyzm, elektryczność, związek sił fizycznych), druga — przeważnie chemji, zwłaszcza palenia się, i pokrewnych zjawisk. Rzecz dla każdego zrozumiała, polecamy gorąco. Niestety, nakład wyczerpany, ale »Dzieje świecy« mają podobno wyjść w nowym nakładzie.

St. Kramsztyk. Opowiadania z niwy naukowej dla młodych przyjaciół. Warszawa, E. Wende i Ska 1905. Str. 178. Cena kop. 90.

Bardzo zajmująca i pięknie napisana książka do czytania. odpowiadająca poziomowi umysłowemu młodzieży niższych klas szkół średnich. Opowiadania w formie miłej gawędy pouczają czytelnika i zachęcają go do zastanawiania się nad zjawiskami fizycznemi.

Treść: Ogień ze słońca. Zagadka o cieple i pracy istot żyjących. Pod śniegiem i pod lodem. Dlaczego na górach zimno. O sztucznym zimnie i o sztucznym lodzie. O deszczu, mgle i rosie. O wapnie i wapieniach. Świeca i lampa w wieku dziewiętnastym. O drogach i wozach (rola tarcia w mechanice). Książka (drukowanie). Naucz się patrzeć (samodzielność w obserwacji i wnioskowaniu). O wywoływaniu duchów (korzystamy ze zdobyczy duchowych naszych przodków).

Wyrazy w nawiasach dodaliśmy dla objaśnienia tytułów niedostatecznie zrozumiałych. Rzecz bardzo godna polecenia.

Większa jej część nadaje się też specjalnie jako wstęp do szkolnej nauki o cieple.

St. Kramsztyk. O postaci i ciężarze ziemi. Wyd. 2-gie. Spółka Nakład. Warszawska, 1895. Str. 93. Cena kop. 50 (wyczerpane).

Książeczka zajmująca, zrozumiała dla ogółu wykształconego, daje pogląd na historyczny rozwój naszych wiadomości o przedmiocie, który w astronomji, gieofizyce, fizyce i gieografji odgrywa tak ważną rolę. Polecamy ją jako uzupełnienie nauki szkolnej.

Z. Straszewicz. Mechanika. Wykład przystępny, opracowany według Roberta S. Balla. Spółka Wydawn. Warszawa. E. Wende i S-ka, 1912. Str. 160, Cena kop. 60.

Zawiera początkowe zasady mechaniki, przedstawione w sposób najzupełniej zrozumiały już dla samouków Stopnia I. Autor posługuje się głównie statycznym określeniem siły, co mu ułatwia osiągnięcie głównego celu: przystępności wykładu. Z tego punktu widzenia rzecz może być użyteczna, zwłaszcza, że popularne dzieło Balla od dawna jest wyczerpane, mimo że ze stanowiska naukowego można podnieść pewne zarzuty. Przykłady liczbowe i zadania służą do utrwalenia nauki.

M. Heilpern. Co to jest kinematograf i jak jest zbudowany. Książki dla wszystkich. Warszawa, Arct, 1909. Str. 89. Cena kop. 20.

Dobrze napisana, zupełnie popularna broszurka o najbardziej chyba dzisiaj popularnym zastosowaniu fizyki. Gdybyż choć część osób, bezmyślnie przypatrujących się przedstawieniom kinematograficznym, chciała zainteresować się kwestjami naukowemi, związanemi z budową tego przyrządu!

— Balony i aeroplany. Wykład popularny głównych zasad aeronautyki i awiatyki. Warszawa, Arct. Str. 179. 1910. Cena kop. 80.

Książeczka bardzo przystępna i interesująca, zaopatrzona w liczne ilustracje. Jako szczególną jej zaletę uważamy to, że autor nie ogranicza się do opisania różnych »ciekawostek«, lecz stara się ułatwić czytelnikowi istotne zrozumienie przedmiotu, omawiając w sposób odpowiedni zjawiska fizyczne, podstawowe dla tej dziedziny techniki.

J. Tyndall. Woda, jej kształty i przeobrażenia jako obłoki i rzeki, lód i lodniki. Przełożył K. Jurkiewicz. Warszawa, Spółka Wydawnicza, 1874. Str. IX+210 (wyczerpane).

Autor przedstawił w tej książce przedewszystkim zjawiska lodowcowe, których badaniem zajmował się z zamiłowaniem; nie ograniczył się jednak do ich opisania, lecz dążył do ich wytłumaczenia rozumowego, na podstawie fizycznych właściwości wody i lodu. Z tego powodu rzecz jest interesująca zarówno dla gieografa i gieologa, jak i dla fizyka. Od czasów Tyndalla badania na tym polu zrobiły wielkie postępy i obecnie niejeden ustęp książki jest nieco przestarzały, ale mimo to wymieniamy ją tutaj, gdyż do dziś dnia niema innego dziełka z tego zakresu, któreby się odznaczało zaletami właściwemi Tyndallowi: jasnością, przystępnością i pociągającym entuzjazmem naukowym.

J. Tyndall. Ciepło jako rodzaj ruchu. Nakładem Dygasińskiego i Małuji. Kraków, 1873. Str. VIII+537. Cena rb. 2 kop. 70 (wyczerpane).

Dzieło popularne, swego czasu słynne, posiadające w wysokim stopniu wszystkie zalety związane z osobą tego wybitnego uczonego i popularyzatora nauki. Jednak może więcej niż inne jego książki przestarzałe. Jaka szkoda, że nie ma wogóle dzieła tego rodzaju, stojącego na wysokości dzisiejszego poziomu nauki! Wobec braku nowszych książek i to dzieło jeszcze polecić można jako prawdziwą zachętę do zajęcia się nauką.

Wł. Żłobicki. Wiek pary i elektryczności; z licznemi rycinami. Nakładem Macierzy Polskiej. Lwów, 1906. Str. 253 (na skł. u Gebethnera i Wolffa). K. 1.50.

Zajmująco i jasno napisane dziełko, które gorąco polecić można zarówno młodzieży szkolnej, jak i osobom starszym, nie posiadającym specjalnego wykształcenia fachowego, a pragnącym zrozumieć zjawiska, z których technika nowoczesna czerpie swoją potęgę. Nauczyciele także mogą z niego niejedno skorzystać, zwłaszcza z części pierwszej. Jest ona poświęcona maszynie parowej i innym motorom cieplnym; część druga elektryczności i jej zastosowaniom technicznym.

Autor umiał w szczęśliwy sposób zadość uczynić wymaganiom dydaktyki naukowej, unikając jednak tonu sucho pouczającego. Do ożywienia wykładu przyczyniają się zwłaszcza opowiadania z życia wynalazców, wplecione w odpowiednie ustępy tekstu.

M. Jamrógiewicz. Wujaszek fizyk, kinematograf, Ignaś górą. Nakład Tow. naucz. szkół wyższych. Lwów, 1906. Str. 56. Skład u E. Wendego i S-ki, Warszawa.

Intencją autora jest zachęcenie czytelnika do zajęć praktycznych z fizyki, opowiadaniem zabawnej historji o chłopcach, którzy sporządzili sobie pantograf, latarnię magiczną, stroboskop i t. p. Pomysł jest doskonały, ale wykonanie nie wypadło zupełnie udatnie. Rzecz tylko wtedy może osiągnąć swój cel, jeżeli czytelnik istotnie pójdzie za przykładem owych chłopców i urzeczywistni wskazówki autora, a wątpimy bardzo, czy mu się to uda tak, jak to książka powiada. Książki tego rodzaju, które dawałyby wskazówki istotnie praktyczne, byłyby ogromnie pożądane w naszej literaturze.

A. Bernstein. O prędkości światła. Przełożył S. B. »Książki dla wszystkich«. Warszawa. Arct. 1904. Str. 61. Cena kop. 10.

Badania nad prędkością światła i rozważanie teorji falowej przekraczają właściwie już poziom kursu szkolnego Stopnia I. Zasadnicze rysy przedmiotu są jednak w tak popularny sposób wyłożone w tej książeczce, że każdy je zrozumie.

Z. Rudnicka. Jakie pożytki mamy z elektryczności. Wydanie z zapisu dr. J. CHWIEĆKOWSKIEGO. Warszawa, 1914. Str. 83. Skład w »Księgarni Polskiej«. Cena kop. 20.

Rzecz pisana tonem lekkim, przeznaczona dla dzieci w takim wieku, w którym do systematycznej nauki o elektryczności jeszcze nie są zdolne. Może je zainteresować tym przedmiotem i dać im pewne choć prowizoryczne objaśnienie technicznych zastosowań elektryczności.

C. V. Boys. Bańki mydlane. Wykład początkowy o zjawiskach włoskowatości. Z angielskiego tłum. W. BIERNACKI. Warszawa, Gebethner i Wolff. 1894. Str. IX+158. Cena kop. 90 (wyd. nowe w druku).

Książka jest znana i ceniona jako arcydzieło literatury popularno naukowej; tłumacz uzupełnił ją jeszcze kilkoma ustępami. Polecamy ją jak najgoręcej młodzieży, nietylko jako źródło objaśnienia naukowego o bardzo ciekawym dziale zjawisk fizycznych, t. j. zjawisk »napięcia powierzchniowego«, ale wogóle jako wzór wskazujący, jak już na tym stopniu można uprawiać fizykę. Jaką z niej jednak czytelnik odniesie korzyść, to zależy od spełnienia jednego warunku niezbędnego, że czytelnik rzeczywiście wykona doświadczenia, tam wskazane. Wystarczają do tego najprostsze środki, a wynik będzie zachętą do dalszej pracy doświadczalnej i bodźcem do myślenia naukowego. Rzecz cała jest i dla dorosłych bardzo ciekawa, a nawet fizycy fachowi znajdą w niej szczegóły interesujące.

Jako pewnego rodzaju wzór zupełnie przystępnej książki do czytania z zakresu fizyki wymieniamy wreszcie angielskie dziełko, zasługujące na przetłumaczenie:

E. E. Fournier. Wonders of Physical Science. Londyn, Macmillan, 1911. Str. VIII + 201. Cena szyl. $1^1/_2$.

Jest to jedna z »Readable Books in Natural Knowledge« (przyrodniczych książek do czytania), których celem jest nie tyle nauczyć, ile raczej obudzić zainteresowanie do nauki. Powiodło się to autorowi znakomicie: kreśląc szereg szkiców z historji nauki, wzbudza zaciekawienie czytelnika zarówno do osobistości uczonych, jako też i do przedmiotu ich dążeń, a ubocznie dostarcza też sporo wiadomości rzeczowych. O zawartości daje pojęcie spis rzeczy: ARCHIMEDES, mądrzy ludzie z Aleksandrji, czasy arabskie, Dr. GILBERT, GALILEUSZ, ba-

rometr, pompa powietrzna, wynalazca maszyny parowej, iskry elektryczne, prąd elektryczny, telegraf, telefon, światło elektryczne, FARADAY, telegraf bez drutu, nowe promienie, balony i latawce.

Styl jasny, prosty, treść pod względem fachowym bez zarzutu. Rzecz obliczona dla młodzieży szkolnej, jako uzupełnienie nauki systematycznej, ale czytanie sprawi i starszym prawdziwą przyjemność.

Zresztą także niejedna z książek wymienionych poniżej pod 4 może się okazać użyteczną, jako lektura uzupełniająca naukę systematyczną; również niektóre z książek wymienionych na Stopniu II pod l. 3—4 (jak n. p. GUILLAUME, PERRY, GRAETZ i t. p.) mogą już samoukom Stopnia I oddać rzetelne usługi.

---

4. Książki dla dorosłych z wykształceniem elementarnym.

Książki kategorji (1) dostosowane są przedewszystkim do systematycznej nauki dzieci, na poziomie wyższych klas szkół pospolitych lub niższych klas szkół średnich i mają przygotować je do studjów gruntowniejszych, inne dzieła tymczasem są przeznaczone dla ludu, albo, ogólnie mówiąc, dla osób starszych, posiadających zaledwie wykształcenie elementarne, a pragnących jednak zrozumieć ogólne zasady naukowe zjawisk, z któremi wciąż spotykają się w technice, rzemiosłach, jak również i w życiu codziennym. Do tej kategorji zaliczamy wogóle takie książki, które posiadają poziom naukowy bardzo elementarny, a odznaczają się tonem popularyzacyjnym i nawiązywaniem tekstu do zjawisk znanych z codziennej praktyki życiowej. Wymieniamy tutaj:

Balfour Stewart. Fizyka, przeł. W. BIERNACKI. Wyd. 2 (w 16-ce). Warszawa, Gebethner i Wolff. 1906. Str. 235. Cena Kop. 50.

Treść: Wstęp. Najważniejsze siły przyrody. Jak działa ciężkość. Trzy stany skupienia. Własność ciał stałych. Własność cieczy. Własność gazów. Ciała poruszające się. Ciała drgające. Ciała ogrzane. Ciała naelektryzowane. Książka ta (tłumaczenie angielskiego »Primer of Physics«, który już doczekał się trzydziestu kilku wydań), nadaje się doskonale do tego, iżby czło-

wieka najzupełniej niewykształconego i niewprawionego w rozumowanie oderwane, wprowadzić w elementy fizyki. Przystępna jest także już dla dzieci 10-letnich. Ułożenie pod względem dydaktycznym doskonałe. Wnioskowanie oparte wszędzie na prostych doświadczeniach, których przerobienie przez nauczyciela, a ile możności także przez ucznia samego, jest koniecznym warunkiem do zrozumienia i skuteczności nauki. Spis przyrządów do tego potrzebnych, umieszczono przy końcu. Bardzo użyteczny jest szereg pytań i zadań, służących do powtórzenia materjału. Cel, który sobie autor tej książki postawił, jest nader skromny; chodzi mu tylko o pierwsze elementy myślenia fizycznego. Ale można zaręczyć, że każdy przez sumienne przerobienie jej ów cel osiągnie. Polecamy ją początkującym samoukom Stopnia I, a zwłaszcza także osobom, udzielającym nauki o bardzo skromnym poziomie (dla dzieci, służących, wieśniaków).

St. Bouffałł. Krótki rys fizyki. Książki dla wszystkich. Warszawa, Arct, 1903, 1904.

I. O ruchu, siłach, energii. Str. 78. Cena kop. 15.

II. O cieczach, sprężystości, głosie. Str. II+78. Kop. 15.

III. Nauka o cieple. Str. 80. Kop. 15.

VI. O świetle. Str. 82. Kop. 15.

Oczywiście nie może mowy być o tym, żeby te książeczki mogły służyć za podręcznik do nauki fizyki dla kogoś, komu rzecz jest zupełnie obca. Nader szczupłe ich rozmiary nie pozwoliły traktować przedmiotu prawdziwie dydaktycznie, metodą indukcji z doświadczenia. Mimo pewnej płynącej stąd dogmatyczności uznać trzeba wielką przystępność wykładu, oraz to, że autor starał się raczej objaśniać pojęcia zasadnicze, niż podawać zbiór wiadomostek. Sądzimy więc, że książeczki te mogą oddać pewne usługi osobom, które pobierają lub niegdyś pobierały elementarną naukę szkolną fizyki i pragną odświeżyć sobie i pogłębić zasadnicze rysy przedmiotu.

St. Bouffałł. Powietrze. Książeczki dla wszystkich. Warszawa, Arct. 1902. Str. 72. Cena kop. 10.

Popularna broszurka o właściwościach fizycznych i chemicznych powietrza, mierzeniu ciśnienia atmosferycznego i t. p. Wykład najzupełniej przystępny, urozmaicony wzmiankami historycznemi. Może się przydać takim, dla których nie jest dostępna nauka gruntowniejsza. Wadliwe jest tłumaczenie związku stanu barometru z pogodą, a niepotrzebne używanie cali, stóp, funtów i pudów obok centymetrów i gramów.

A. Sprockhoff. Fizyka w dziedzinie życia codziennego.

Przetłumaczył i uzupełnił K. Sporzyński. Z 293 rysunkami. Książki dla wszystkich. Warszawa, Arct, 1906. Str. 239. Cena kop. 45.

Książka ta ma na celu objaśnienie, ze stanowiska fizyki, najzwyklejszych zjawisk życia codziennego dla osób, które jeszcze nie pobierały żadnej nauki fizyki. Autor rozpoczyna każdy ustęp wymienieniem (nieco za pobieżnym) prostych codziennych doświadczeń i spostrzeżeń, znanych każdemu i wykonalnych bez specjalnych przyrządów; ułatwia to uzmysłowienie dalszych wywodów, które naogół są trafne i łatwo zrozumiałe. Jako podręcznik do nauki fizyki, książka ta jest oczywiście niewystarczająca, nawet na pierwszym Stopniu, ale użyteczną ona będzie dla osób starszych, bez gruntowniejszych wiadomości z zakresu fizyki, pragnących dojść do jakiegoś zrozumienia otaczających ich zjawisk, oraz dla dzieci pobierających elementarną naukę fizyki, jako uzupełnienie, zwracające ich uwagę na zastosowanie i blizki związek nauki z dobrze znanemi faktami.

Na wyższym poziomie stoi doskonałe gruntowne dzieło takiego samego kierunku, p. t.:

L. Pfaundler. Physik des täglichen Lebens. Deutsche Verlagsanstalt, Sztutgart i Lipsk. Wyd. 2. 1906. Str. XVI + 424. Cena w opr. m. 5.

Słusznie autor ubolewa, że nietylko ludzie niewykształceni, ale nawet absolwenci szkół średnich nie umieją zdawać sobie sprawy z najprostszych zjawisk życia codziennego, gdyż nauka szkolna dostarcza często tylko pewnego zasobu wiadomości abstrakcyjnych, nie powiązanych należycie z otaczającą przyrodą, a zbyt mało przyzwyczaja uczniów do zastanawiania się i stosowania nabytych wiadomości. Książka ta wypełnia bardzo dobrze właśnie tę lukę wykształcenia. Nawet osobom, nie posiadającym żadnych wiadomości oprócz czterech działań i początków gieometrji i algiebry, umożliwia ona zrozumienie zjawisk przyrody, z któremi wciąż się spotykamy, oraz urządzeń technicznych, stosowanych w życiu codziennym człowieka nowoczesnego. Dla samouków ma ona i to znaczenie, że doświadczenie, wypływające z tych źródeł, może do pewnego stopnia zastąpić eksperymentowanie w laboratorjum, zwłaszcza jeśli czytelnik nie ograniczy się do przeczytania książki, lecz spróbuje przerobić podane tam proste doświadczenia. Dzięki naukowym kwalifikacjom autora — profesora uniwersytetu w Grazu — dziełko to nie zawiera błędów, tak często spotykanych właśnie w dziełach popularnych.

Walter Jewold. Dzieje elektryczności. Przełożył z angielskiego H. Wernic. Nakładem »Ziarna«, Warszawa, 1904.

Są to opowiadania o historji różnych wynalazków (telegraf, telefon, kable, oświetlenie elektryczne i t. d.), nie dające jednak żadnego poglądu na ich istotę i znaczenie naukowe. Rzecz bardzo małej wartości. Język często wadliwy.

Wł. Umiński. Co należy wiedzieć o elektryczności. »Książki dla wszystkich«. Wydanie 2. Warszawa, Arct, 1905. Str. 216. Cena kop. 45.

Rzecz traktowana nietylko popularnie, ale wprost powierzchownie; zawiera, niestety, liczne niedokładności rzeczowe (np. str. 52: pomieszanie pojęć temperatury a ilości ciepła; str. 56: »każda sól składa się z metalu i z tlenu lub chloru« (!) i t. p.). Autor nawet nie usiłuje umożliwić czytelnikowi głębszego zrozumienia przedmiotu, lecz ogranicza się do podania pobieżnych wiadomości z całego olbrzymiego obszaru nauki o elektryczności i jej zastosowań technicznych. Wystarczyć to może tylko temu, kto się zadowala bardzo ogólnikowym i mętnym pojęciem o przedmiocie.

J. Munro. Opowiadanie o elektryczności. Tłum. z angielskiego F. Wermiński. Warszawa, B. Natanson. 1900. Skład główny w księgarni E. Wendego i S-ki. Str. 221. Cena kop. 50.

Autor nie daje systematycznego traktatu o elektryczności, lecz pobieżne szkice z różnych działów tej nauki, którą usiłuje zrobić ponętniejszą dla czytelników przez wplecenie w nią licznych notatek historycznych oraz opowiadań o najrozmaitszych wynalazkach. Taka utylitarystyczna tendencja może nadaje się naogół nieźle do zainteresowania czytelnika, ale sądzimy, że miejscami aż zbyt dużo nagromadzono szczegółów bezwartościowych, przestarzałych lub dla polskich czytelników obojętnych. Sposób wykładu nieco nierównomierny, naogół wymaga czytelnika dojrzalszego. Rzecz taka mogłaby jednak oddać pewne usługi popularyzacji, gdyby poprawiono fatalne błędy językowe polskiego przekładu i gdyby także samą treść poddano odpowiedniej rewizji (miary angielskie; rzeczowe niedokładności np. w tłumaczeniu fal elektrycznych, uzupełnienie różnych ustępów przestarzałych).

Brewer i **Moigno.** Wiedza. Wytłumaczenie zjawisk codziennych. Dopełnione przez H. de Parville. Nakładem »Biesiady literackiej«. Warszawa. Cena r. 1 kop. 50.

Tom I: Mechanika, astronomja, akustyka, ciepło, optyka, meteorologja. Str. IV+319. 1890.

Tom II: Magnetyzm. Elektryczność. Chemja. Str. 256. 1891.

Tłumaczenie dzieła popularnego, swego czasu bardzo rozpowszechnionego w Anglji i Francji, zawiera objaśnienia popularno-naukowe najważniejszych zjawisk z dziedzin wskazanych powyżej, ujęte w formę pytań i odpowiedzi. Układ i forma dzieła odpowiadają doskonale potrzebom szerokich mas ludu ze względu na wielką przystępność i ciągłe podkreślanie związku nauki z praktyką codzienną. Nadawałoby się ono bardzo dobrze

do czytelń ludowych i możnaby je także bardzo polecić przy nauce początkowej, gdyby treść nie wymagała w wielu szczegółach gruntownej rewizji pod względem naukowym.

A. Z. Szymański. P r a w a p r z y r o d y. F i z y k a. Nakładem »Ziarna«. W 2-ch częściach. Warszawa, 1902.

Bardzo popularny »wykład« fizyki elementarnej, bez wybitniejszych zalet; druga część zawiera rażące anachronizmy. Nie polecamy.

M. Heilpern. K r ó t k i r y s f i z y k i w zastosowaniu do potrzeb rzemieślników, monterów, maszynistów, piwowarów, gorzelanych, uczniów niższych szkól rolniczych, rzemieślniczych i przemysłowych, słuchaczy początkowych kursów technicznych i t. p. Warszawa, Gebethner i Wolff. 1909. Str. 200. Cena kop. 85.

Przeznaczenie książki, wyłuszczone przez autora na kartce tytułowej, tłumaczy właściwości, odróżniające ją od innych podręczników tego samego poziomu, wymienionych w kategorji 1, a mianowicie, że nacisk położono na zastosowania techniczne, a pobieżnie traktowano stronę teoretyczną przedmiotu. Stąd też wypływają właściwości, które przy racjonalnej nauce rozumowej określić należy jako wady, jak: częste dogmatyczne podawanie twierdzeń, nie wynikających ani z wykonanych poprzednio doświadczeń, ani z rozumowania teoretycznego, oraz przeładowanie wiadomościami, które nie mogą być dostatecznie przez ucznia myślowo przetrawione. Zapewne wymagała tego obfitość materjału, który starano się wtłoczyć w szczupłą objętość, ze względu na praktyczne potrzeby tych, którzy na tym stopniu wogóle kończą swoją naukę fizyki. Tacy czytelnicy może istotnie będą radzi znaleść w tej książce zbiór stosunkowo łatwo przystępnych informacji naukowych. O ile jednak chodzi o racjonalne nauczanie tego przedmiotu, jakie odbywać się powinno np. w szkołach średnich, książki tej polecić nie można. Tym mniej nadaje się dla samouków, gdyż autor przyjmuje, że uczeń obeznany jest (z wykładu szkolnego) z doświadczeniami, służącemi za podstawy wnioskowania, i w książce ogranicza się do systematycznego (i nieco zbyt dogmatycznego) wykładu.

S. K. W n a t u r z e n i c n i e g i n i e. Materjały do odczytów ludowych. Warszawa, 1900. Druk K. Kowalewskiego. Str. 47. kop. 20.

Bardzo przystępna broszurka o zachowaniu materji i ener-

gji. Autorem jej jest Stanisław Kramsztyk, co samo przez się daje już dostateczną rękojmię wartości naukowej i dydaktycznej.

---

5. Książki z zakresu dydaktyki Stopnia I, przeznaczone dla nauczycieli i wychowawców.

Wymieniamy tu przedewszystkim dwie prace, traktujące ten temat z ogólniejszego punktu widzenia:

Mary Everest Boole. Przygotowanie dziecka do nauki ścisłej. Przełożyła z angielskiego Marya Sadzewiczowa. »Biblioteka życia codziennego«. Gebethner i Wolff, Warszawa. Gebethner, Kraków. Str. 113.

Broszura ta, napisana przez znaną w Anglji autorkę i nauczycielkę matematyki, jest przeznaczona dla nauczycieli oraz rodziców, pragnących rozwinąć przyrodzone zdolności dziecięcego umysłu w kierunku nauk ścisłych. Nie jest to traktat systematyczny, lecz są to uwagi luźne, nawet nieco chaotyczne, o psychologji wychowania i nauczania w owym kierunku. W szczegółach niejedno możnaby książce tej zarzucić; razi ona często niejasnością wywodów, czasami przesadną dziwacznością lub ckliwością. Jednak jej tendencja jest nader pożyteczna i uznania godna. Autorka bardzo słusznie zwraca uwagę na wielkie znaczenie »nieświadomego« przygotowania umysłowego dziecka, za pomocą gry, zabawy, zajęć w warsztatach i t. d.; podczas tych czynności dziecko zbiera materjał, służący później do wytworzenia pojęć, na których opiera się rzeczywista nauka. Słusznie autorka walczy przeciwko manji nauczania, t. j. przeciwko przedwczesnemu pakowaniu do umysłu dziecięcego gotowych wiadomości systematycznych i podaje trafne uwagi o potrzebie powolnego, stopniowego rozwoju umysłowego, świadczące o wielkiej własnej praktyce dydaktycznej. Książkę polecamy matkom, wychowawcom i nauczycielom.

Treść: Przedmowa. I. Myślenie naukowe. II. Przygotowanie myślenia pozaświadomego. III. Higjeniczna stopniowość w rozwijaniu. IV. Pielęgnowanie wyobraźni matematycznej. Przygotowanie etyczne i logiczne.

M. Heilpern. Zasady metodyki ogólnej nauk przyrodniczych. Wydawnictwo im. Staszica. »Książnica wychowawcza«, Nr. 7. Warszawa, Gebethner i Wolff, 1912. Str. 97. Cena kop. 50.

Autor zajmuje się dydaktyką nauk przyrodniczych wogóle, a w szczególności kwestją, jak prowadzić należy nauczanie elementarne na Stopniu I. Studjum to dotyczy głównie nauk opisowo-przyrodniczych, zawiera jednak także w stosunku do fizyki liczne, na ogół bardzo trafne uwagi i wskazówki dydaktyczne. Rzecz o zdrowej tendencji, zgodnej z dzisiejszym ru-

chem reformatorskim na polu dydaktyki nauk przyrodniczych, którą koniecznie poznać powinni wychowawcy, nauczyciele, jako też rodzice inteligientni, zajmujący się wychowaniem swych dzieci.

Obszerniejsze dzieło o podobnym kierunku jest:

F. Dannemann. Der naturwissenschaftliche Unterricht auf praktisch heuristischer Grundlage. Lipsk. Hahn. Str. 366. Cena m. 6.

Najważniejsze jednak źródła do kwestji metody nauczania — w zakresie nauk przyrodniczych, a zwłaszcza fizyki i chemji — są to pisma Armstronga, apostoła metody heurystycznej. Naczyciele powinni je znać i uwzględniać, jakkolwiek dosłowne i wyłączne stosowanie sposobu Armstronga niezawsze jest możliwe. Przeważna część ich zebrana jest w książce:

Henry E. Armstrong. Teaching of scientific method and others papers on education. Londyn, Macmillan, 1903. Str. 471.

W zakresie właściwej fizyki elementarnej polecamy gorąco broszurkę:

Z. Arlitewicz, J. Chełmiński, S. Czapliński, W. Gorjaczkowski, J. Jabłoński, T. Męczkowska, M. Sadzewiczowa i W. Werner. Propedeutyka fizyki i chemji. Program wykładu, doświadczeń i ćwiczeń. Wydawnictwo sekcji przyrodn. Stow. Naucz. P. Warszawa. Druk L. Bogusławskiego, 1910. Str. 48.

Zawiera: wstęp, szczegółowy program propedeutyki fizyki, program propedeutyki chemji, wykaz doświadczeń chemicznych, ćwiczenia własnoręczne z fizyki, spis przyrządów i materjałów, niezbędnych do wykładu fizyki, spis przyrządów i materjałów potrzebnych do ćwiczeń własnoręcznych z fizyki, spis podręczników.

Nie wchodząc w omawianie części chemicznej (której według naszego zdania stosunkowo zbyt dużo dano miejsca), uznać musimy trafność uwag ogólnych, odnoszących się do nauczania fizyki. W szczegółach możnaby opuścić większą część pomiarów czysto gieometrycznych, gdyż 1) część z nich i tak wciąż wykonywamy przy pomiarach fizycznych, 2) inne należą wyłącznie do gieometrji nie zaś do fizyki; z drugiej strony włączylibyśmy do programu większą liczbę pouczających ćwiczeń ja-

kościowych, zwłaszcza z kinetyki ciał stałych, cieczy, gazów, akustyki, przewodnictwa cieplnego, elektryczności, magnetyzmu. Są to jednak szczegóły zależne może od zapatrywania osobistego. W całości broszurka ta jest wyrazem zdrowej tendencji oparcia nauki elementarnej na metodzie doświadczalno-heurystycznej i dlatego ją polecamy gorąco wszystkim nauczycielom, a zwłaszcza tym, którzy, ucząc w szkołach publicznych, dotychczas są krępowani przestarzałemi przepisami oraz brakiem własnej inicjatywy. W szkołach średnich zaboru austryjackiego nauka fizyki jest dwustopniowa; gdyby profesorowie w niższych klasach starali się zreformować ją w myśl głoszonych tu zasad, byłby to postęp ogromny. A wymaga to mniejszego nakładu środków, niż zakupno skomplikowanych przyrządów pokazowych i jest ważniejsze niż wprowadzenie ćwiczeń uczniowskich w klasach wyższych.

Jako książkę poświęconą specjalnie elementarnemu nauczaniu fizyki w szkołach niższych, wymienimy również:

K. Kraus. *Methodik der Naturlehre.* Anleitung zur Erteilung des Unterrichts in Volks- und Bürgerschulen und Fortbildungsschulen. A. Pichler's Wittwe und Sohn. Wiedeń, 1910. Str. 184.

Pierwsza, ogólna część dotyczy celu oraz metod nauczania fizyki i chemji. Z zadowoleniem widzimy z tego, że do szkół austryjackich przenikają też nowsze idee wychowawcze o potrzebie czynnego udziału uczni w nauce, o potrzebie zrozumienia przedmiotu w przeciwstawieniu do dawniejszych poglądów, wymagających jedynie gromadzenia wiadomości. Druga część (szczegółowa) pokazuje na przykładach, w jaki sposób nauczyciel powinien prowadzić naukę.

Zresztą odsyłamy do bibljografji dzieł dydaktycznych *Stopnia* II, w której czytelnik znajdzie liczne wskazówki, dające się zastosować już na *Stopniu* I.

W związku z tym przedmiotem zwrócimy uwagę na użyteczny:

Spis rozumowy książek przyrodniczych dla młodzieży szkół średnich. Opracowały i wstępem opatrzyły **T. Męczkowska** i **St. Rychterówna.** Warszawa, Gebethner i Wolff, 1911. Str. 22. Zawiera literaturę z zakresu nauk przyrodniczych dla dzieci od lat 8-miu.

STOPIEŃ II.

TREŚĆ:

I. Wstęp: 1. Określenie Stopnia II i wymagane przygotowanie. — 2. Nauka w wyższych klasach szkół średnich, ćwiczenia doświadczalne. — 3. Teoretyczna strona nauki. — 4. Właściwe samouctwo tego zakresu. — 5. Pożytek literatury popularno-naukowej. — 6. Program studjów.

II. Bibljografja: Uwagi wstępne. — 1. Systematyczne podręczniki całej fizyki: *a)* o charakterze dydaktycznym, odpowiednie do nauki szkolnej; *b)* podręczniki o charakterze encyklopedycznym i informacyjnym. — 2. Podręczniki do pracy doświadczalnej: *a)* do systematycznych ćwiczeń uczniowskich; *b)* podręczniki do zajęć praktycznych. — 3. Monografje uzupełniające działy specjalne: *A.* Mechanika. *B.* Ciepło. *C.* Akustyka. *D.* Optyka. *E.* Elektryczność. — 4. Książki do czytania: *a)* popularno-naukowe; *b)* historyczne lub biograficzne; *c)* dzieła poświęcone popularyzacji badań naukowych i wyższych zagadnień doby bieżącej. — 5. Literatura dydaktyczna. — 6. Książki uwzględniające zastosowanie praktyczne.

I.

1. Nauka fizyki na Stopniu II polega na zaznajomieniu się ze zjawiskami przyrody z punktu widzenia ścisłych praw niemi rządzących — o ile to możliwe jest przy stosowaniu matematyki jedynie elementarnej [1]). W przeciwstawieniu do pierwszego Stopnia chodzi tu zatym o ilościową stronę zjawisk i z tym połączone sprecyzowanie pojęć zasadniczych, a wiąże się to równocześnie z odpowiednim rozszerzeniem zakresu zja-

---

[1]) Nie można się obejść bez wprowadzenia niektórych pojęć (przyśpieszenie, siła, praca i t. p.), wchodzących właściwie w zakres rachunku różniczkowego i całkowego. Zrozumienie tych punktów zawsze nastręcza wielkie trudności w szkole średniej i nie będzie nigdy zupełnie zadowalające, dopóki pojęcia elementarne owego rachunku nie będą w należyty sposób przerabiane już w szkole średniej.

wisk omawianych oraz pogłębieniem ich zrozumienia teoretycznego.

Na Stopniu I ograniczamy się przeważnie do sformułowania wyników w formie: okres wahań jest tym krótszy, im krótsze wahadło; kąt załamania jest tym większy, im większy kąt padania, wychylenie igły magnetycznej tym większe, im silniejszy prąd elektryczny. Na Stopniu II zapoznajemy się z formami matematycznemi tych praw:

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}, \quad \sin\alpha = n\sin\beta, \quad i = Ctg\varphi \text{ i t. d.}$$

Na Stopniu I potrafimy określić pojęcie gęstości ciała, ale wystarczy nam ogólnikowe porozumienie się co do znaczenia słów: siła mechaniczna, temperatura, napięcie elektryczne. Może nawet pogodzimy się z wadliwemi definicjami, jak: siła jest przyczyną zmiany ruchu, energja jest to zdolność wykonywania pracy. Drugi stopień nauki powinien ucznia już zapoznać z właściwemi definicjami tych pojęć. (Siła = iloczyn z masy i przyśpieszenia i t. d.).

Rozpoczęcie nauki tego stopnia wymaga pewnego wyćwiczenia w zakresie matematyki. Niezbędna jest znajomość algiebry niższej, gieometrji elementarnej oraz pojęć zasadniczych z trygonometrji, a pożądane są początki gieometrji analitycznej. Natomiast nie jest to konieczne, żeby każdy, kto chce rozpocząć tę naukę, poprzednio przeszedł Stopień I (propedeutykę fizyki), choć oczywiście ułatwi to obeznanie się z przedmiotem.

2. Główny kontyngient osób, studjujących fizykę w tym zakresie, stanowi oczywiście młodzież, pobierająca naukę w wyższych klasach szkół średnich (gimnazjów, szkół realnych, handlowych, przemysłowych, seminarjów nauczycielskich) lub kształcąca się prywatnie według planów analogicznych, a to bądź w tym celu, ażeby nabrać odpowiedniego wykształcenia ogólnego w zakresie fizyki, bądź też przygotowania fachowego do wyższych studjów matematycznych, przyrodniczych, lekarskich lub technicznych. Tę kategorję osób przedewszystkim mamy na oku w roztrząsaniach niniejszych.

Do ogólnych zadań dydaktycznych oraz metod nauki stosują się tutaj naogół te same zasady, które wyłożyliśmy w rozdziale poprzednim (str. 64—70). Oczywiście zatym i na tym stopniu nauczanie nie powinno mieć charakteru dogmatycznego, nie jest też odpowiednia forma wykładu »uzasadniającego«, lecz o ile możności należy stosować zasady metody heurystycznej, gdyż w ten właśnie sposób uczeń najwięcej doznaje podniety do samodzielnego myślenia i najlepiej sobie przyswoi wiadomości zdobyte.

Jak przy propedeutyce fizycznej, tak samo też i na tym stopniu nauka koniecznie opierać się musi na pracy doświadczalnej, tylko że obecnie znacznie większy nacisk trzeba kłaść na pomiary ściśle ilościowe oraz na głębszą ich analizę matematyczną. W Anglji nauka odbywa się często tylko w pracowni i polega wyłącznie na doświadczeniach mierniczych, wykonywanych przez uczniów. W Niemczech zaś i u nas ćwiczenia laboratoryjne — o ile wogóle są wprowadzone — tworzą raczej uzupełnienie nauki, udzielanej przez nauczyciela, a opartej na doświadczeniach »pokazowych«, t. j. przez niego uczniom pokazanych.

Korzyści pierwszego sposobu są niezaprzeczone. Jest to urzeczywistnienie zasad metody heurystycznej w tej formie, w jakiej ją Armstrong formułował, i wszystkie dobre jej strony — wyrobienie pomysłowości, dokładności w pracy, samodzielności we wnioskowaniu — muszą się tutaj ujawniać. Ma ona tylko jedną wielką wadę: konsekwentne jej stosowanie pochłania ogromnie dużo czasu i pracy, a to zwłaszcza wskutek różnych czynności, niezbędnych dla ostatecznego wyniku, a jednak mało mających wartości dydaktycznej.

Uczniowi, który już nabył dostatecznej wprawy w ważeniu, mało to przyniesie korzyści, jeżeli niezliczone razy, przy okazji każdego połączenia chemicznego, o którym mowa, musi wykonywać ważenia celem wyprowadzenia wzoru chemicznego. Małe też będą korzyści z własnoręcznego wykreślania podziałek, ze sprawdzania dokładności ciężarków, lub z systematycznego sprawdzania warunków równowagi przy wszelkich rodzajach

maszyn prostych (dla zgromadzenia materjału do wyprowadzenia ogólnego prawa »zachowania pracy«) i t. p.

U nas dzisiaj ostrzeżenia pod tym względem są zbyteczne, gdyż bardzo daleko nam jeszcze do nadmiernego rozrostu ćwiczeń uczniowskich. W Anglji zaś nieraz już dają się słyszeć głosy przeciwko pedantycznej przesadzie w stosowaniu metody doświadczalno-heurystycznej, przeciwko marnotrawieniu czasu na bezmyślnym, rutynowym wykonywaniu różnych mechanicznych czynności laboratoryjnych. Zwracamy więc tylko uwagę na to, że ćwiczenia te nie powinny nużyć zbyteczną pedanterją i monotonją, że powinny przyzwyczajać nietylko do staranności, lecz przedewszystkim pobudzać pomysłowość.

Jakkolwiek na Stopniu II główny nacisk kładziemy na pomiary ilościowe, sądzę, iż nie należy przecież pogardzać zupełnie doświadczeniami jakościowemi, gdyż między niemi wiele jest bardzo pouczających i zajmujących [1]).

Wykonywanie ćwiczeń po wykładzie nauczyciela ułatwia pracę i znacznie mniej pochłania czasu niż sposób heurystyczny, ale też nie pobudza tak bardzo ciekawości i pomysłowości ucznia, któremu z góry już wiadomy jest wynik, jaki ostatecznie należy sprawdzić, i nie daje mu właściwego poglądu na to, co stanowi jądro badania naukowego, na metodę badania.

Rozwiązanie kwestji, czy nauka powinna odbywać się wyłącznie w pracowni, czy też sposobem wykładowym, czy lepiej

---

[1]) To samo zapatrywanie wyraził w liście pisanym do mnie R. A. Gregory, jedna z największych powag na polu dydaktyki fizyki, autor podręczników bardzo rozpowszechnionych w Anglji. Mówi między innemi (podaję w przekładzie): »Doświadczenia fizyczne w naszych szkołach średnich posiadają w nowszych czasach charakter wyłącznie ilościowy — co też widać z naszej książki »Ćwiczenia fizyczne« — a również kurs teoretyczny trzyma się zasady, że »nauka jest mierzeniem« (science is measurement). Nie mogę powiedzieć, żebym się zupełnie zgadzał z takim sposobem nauczania, bo często budzi niechęć ku nauce, zamiast zainteresowania się zjawiskami przyrody. Dawniejszy sposób nauczania polegał na wielu pięknych i interesujących doświadczeniach, wprawdzie wykonywanych przeważnie przez samego nauczyciela, ale za to pobudzających uczniów często do samodzielnego wykonywania podobnych eksperymentów«.

stosować metodę pierwszą (angielską), czy drugą (niemiecką), w znacznej mierze musi zależeć od warunków miejscowych, od liczby uczniów, od czasu, który poświęcić można na naukę fizyki i t. d. oraz od tego, czy już na Stopniu I uczniowie przeszli odpowiedni kurs laboratoryjny.

Naogół jednak najodpowiedniejszą na Stopniu II jest metoda mieszana. Znaczną część materjału nauczyciel może wyłożyć na podstawie doświadczeń wykonanych przed klasą. Uczniowie powtarzają niektóre doświadczenia, sprawdzają ważniejsze prawa w swych ćwiczeniach laboratoryjnych, w pewnych zaś wypadkach, nadających się specjalnie pod tym względem i wymagających ze względów zasadniczych gruntowniejszego przerobienia, powinno się stosować właściwą metodę heurystyczną, tak, ażeby własnoręczne pomiary uczniów poprzedzały wyprowadzenie prawa ogólnego, stosującego się do nich.

Wogóle ideałem nie jest wcale równomierne wykształcenie encyklopedyczne w obrębie całej fizyki, gdyż wobec szczupłości czasu musiałoby ono pozostać powierzchownym. Sądzę, że wśród ogólnego wykładu całej fizyki nauczyciel powinien obrać pewne działy, które z uczniami opracowuje tak gruntownie, jak to tylko możliwe jest w zakresie Stopnia II. W ten sposób nauka się ożywi, pokaże uczniowi właściwą metodę badania naukowego i połączy dobre strony różnych systemów. W każdym razie ćwiczenia muszą pozostawać w ścisłym związku z wykładem. Rozumie się, że powinny odbywać się systemem równoległym, tak ażeby wszyscy uczniowie równocześnie tym samym zadaniem byli zajęci (»Arbeiten in gleicher Front«), lub, żeby podzieleni na grupy, współdziałali przy opracowywaniu jednego zadania.

3. Równie ważnym czynnikiem wykształcenia, jak praca doświadczalna, jest przerabianie myślowe materjału i pod tym względem można na tym stopniu posunąć się wiele dalej niż na Stopniu I. Przez poznanie i roztrząsanie głównych teorji fizycznych uczeń rozszerza swój horyzont i wprawia się w myślenie abstrakcyjne, dążąc do wyzwolenia się z pod przypadkowych właściwości i ułomności zmysłów. W miarę rozwoju uczniów należy przytym zwracać baczną uwagę na logiczną

stronę przedmiotu, na jasne formułowanie pojęć, na staranne odróżnianie faktów doświadczalnych od hipotez, na świadome rozróżnianie przesłanek, wniosków, na ścisłość definicji; nastręcza się tu także sposobność wyjaśniania różnych pokrewnych kwestji psychologicznych i z dziedziny teorji poznania. Da się to tym łatwiej przeprowadzić w tych szkołach, w których na tym stopniu rozpoczyna się nauka t. zw. propedeutyki filozoficznej.

Przerobienie materjału przybiera na tym stopniu także już w znacznej części formę prostych dedukcji matematycznych, gdyż uczeń powinien posiadać już odpowiednią pod tym względem wprawę; a stanowi to przejście do Stopnia III nauki, gdzie ta forma argumentacji odgrywa rolę przeważającą. Zwłaszcza mechanika i optyka dają do tego niejedną sposobność (ruch ciała rzuconego, prosty i złożony ruch drgający, wahadło, środek ciężkości, pryzmat, soczewki i t. d.). Tak samo też na odwrót, graficzne przedstawienie wyników pomiarów doświadczalnych i t. p. przyczyni się nieraz do pogłębienia matematyki. W tych wywodach teoretycznych należy ile możności unikać metody wykładu dogmatycznego, a starać się nietylko o wytłumaczenie wyników, lecz także o objaśnienie drogi, którą je osiągnięto.

Wystrzegać się trzeba męczenia uczniów zawiłemi, sztucznemi nieścisłemi »dowodami« takich wzorów, które nie nadają się do traktowania metodami matematyki elementarnej i które bez najmniejszego trudu mogą być uzasadnione później przy pomocy matematyki wyższej. Dawniej profesorowie niemieccy często całą swą ambicję zasadzali właśnie na wynajdywaniu i wyuczaniu takich »dowodów«. (Np. wywód praw Keplera z prawa grawitacji, minimum odchylenia promienia w pryzmacie i t. p.).

4. Roztrząsania powyższe dotyczyły przedewszystkim sposobu, jak powinna być prowadzoną przez nauczyciela normalna nauka szkolna lub prywatna w zakresie Stopnia II[1]). Ale łatwo z nich także samouk wyczyta wskazówki dla siebie od-

[1]) Kwestjom dydaktycznym poświęcamy zresztą osobny rozdział (5) następującej poniżej bibljografji, który gorąco polecamy uwadze nauczycieli i wychowawców.

powiednie. Co prawda, zupełne samouctwo, bez żadnej pomocy, w tym przedmiocie jest bardzo utrudnione i wymaga nietylko zdolności, ale żelaznej konsekwencji i wytrwałości. »Przeczytanie« kilku podręczników poniżej zaleconych jest zupełnie bezwartościowe. Chodzi o gruntowne, wszechstronne przemyślenie i przetrawienie materjału, do czego potrzebny w każdym razie okres roku albo nawet lat kilku. Przed zbytnim pośpiechem i powierzchownością uchroni samouka sumienne przerobienie ćwiczeń doświadczalnych, wymienionych w podręcznikach, oraz przerachowanie odpowiednich zadań.

Zazwyczaj w zakresie Stopnia II będzie jednak tylko chodzić o częściowe »samouctwo«, mianowicie o uzupełnienie systematycznej nauki szkolnej i to w dwojakim kierunku: przez podjęcie zajęć doświadczalnych, dających się wykonać środkami domowemi, oraz przez czytanie przystępnych i zajmujących książek naukowych. Takie samouctwo jest nadzwyczajnie pożądane dla młodzieży szkolnej i zasługuje na gorącą zachętę ze strony wychowawców i nauczycieli. Połączone z nim pobudzenie samodzielności jest korzyścią, nie dającą się zastąpić przez żadną naukę szkolną. Odpowiednie wskazówki czytelnik znajdzie w bibljografji pod działami (2 *b*, 3, 4).

Nieco odmienne są wymagania innej kategorji samouków, mianowicie osób ze średnim wykształceniem, zajętych praktycznie w przemyśle — maszynistów, monterów, inteligientniejszych rzemieślników — którzy pragną się zaznajomić z fizyką w omawianym tu zakresie nie tyle dla ogólnego wykształcenia umysłu, ile dla celów praktycznych oraz w chęci głębszego zrozumienia zjawisk spotykanych w praktyce zawodowej. Temu kierunkowi więcej praktycznemu poświęcimy odpowiednie uwagi w dziale (6) bibljografji.

5. Przechodzimy wreszcie do bardzo licznej kategorji samouków, mianowicie osób starszych, które przeszły niegdyś kurs matematyki i fizyki w zakresie szkoły średniej, a później obrały zawód nie wymagający specjalnych studjów w tym zakresie, które jednak zachowały pewne zainteresowanie do nauk przyrodniczych i pragną, choć powierzchownie, poinformować się o postępach fizyki.

Wszak jest to niezbędne dla każdego człowieka wykształconego, chcącego zachować pewien kontakt z nowoczesnym życiem kulturalnym i śledzić ogólne kierunki postępu techniki, tak ściśle związane z całym naszym życiem praktycznym. Nawet i u nas powoli toruje sobie drogę przekonanie, że zaniedbanie tych dziedzin takie same stanowi braki w wykształceniu ogólnym jak nieznajomość współczesnej historji, literatury, i sztuki.

Dla takich czytelników przedewszystkim jest przeznaczona t. zw. literatura popularno-naukowa. Fachowiec specjalista jest skłonny do pogardzania tym rodzajem literatury i jej czytelnikami. Niesłusznie! Zapewne on sam w innych naukach odgrywa podobną rolę. To też np. w Anglji najwybitniejsi uczeni nie wahali się poświęcać swojego czasu i swoich sił popularyzacji wiedzy, a książki wydane przez nich są wzorem tego rodzaju literatury. Wszak jest to mniemanie zupełnie błędne, że do pisania literatury popularno-naukowej wystarczy powierzchowna znajomość przedmiotu. Ciężkie nieraz grzechy popełnia się u nas pod tym względem, zwłaszcza w prasie codziennej, a wogóle polska literatura w tym zakresie jest niestety jeszcze bardzo uboga.

U innych zaś narodów jest wielkie w tej dziedzinie bogactwo literatury i rozległe stopniowanie jej poziomu, zastosowane do wymagań różnych czytelników. Stosunkowo najłatwiej przystępne są dzieła wymienione pod (4 *a*) i (4 *b*), jako »książki do czytania«. Więcej naukowy charakter mają dzieła (3) »monografje uzupełniające«; przerobienie ich wymaga większego przygotowania i większego nakładu pracy, ale daje też korzyści o wiele głębsze. Pod (4 *c*) wymieniamy wreszcie dzieła napisane popularnie, ale dotyczące zagadnień trudniejszych, a zwłaszcza zagadnień związanych z nowszym postępem wiedzy. Ostatnią rubrykę polecamy szczególnej uwadze nauczycieli, pragnących mieć przegląd nowszych zdobyczy nauki. Zresztą z pośród innych dzieł tu wymienionych (w rubrykach 3—4) fachowcy (nauczyciele fachowi, technicy i t. d.) wiele mogą odnieść korzyści i przyjemności, zwłaszcza jeżeli nie tyle

chodzi im o wiadomości konkretne o nowych faktach, ile o oświetlenie rzeczy znanych z nowych punktów widzenia.

Naogół powtarzamy wreszcie i dla czytelników samouków tego zakresu, którzy rzecz tę biorą na serjo, naszą radę, żeby korzystali z każdej nadarzającej się sposobności przyjrzenia się doświadczeniom fizycznym, związanym z przedmiotem studjów (odczyty popularno-naukowe połączone z pokazami), lub jeszcze lepiej żeby, w miarę możności, podjęli się własnoręcznego ich wykonywania [1]).

6. W myśl zapatrywań dzisiejszych na wartość wychowawczą fizyki kładziemy główny nacisk przy nauce średniej na ogólne wyćwiczenie umysłu w »myśleniu naukowym« tego zakresu, a za rzecz stosunkowo mniejszej wagi uważamy objętość materjału przestudjowanego i ilość szczegółów zapamiętanych. Dlatego też nie uważamy bynajmniej przytoczonego poniżej programu studjów za regułę ściśle obowiązującą, zwłaszcza, że wyliczając różne punkty programu, nie możemy się zapuszczać w objaśnienie tego, co jest najważniejsze, j a k one powinny być traktowane. Program ten charakteryzuje zatym tylko w bardzo ogólnikowy sposób zakres przedmiotu, zazwyczaj objęty nauką fizyki na tym stopniu, ale podkreślamy raz jeszcze, że naogół za korzystne uważamy »nierównomierne traktowanie przedmiotu«, z jak najgruntowniejszym przerobieniem jednej lub kilku części specjalnych.

M e c h a n i k a: Ruch prosty, jednostajny i jednostajnie zmienny. Wolne spadanie, rzut pjonowy, płaszczyzna pochyła. Pojęcie masy i siły. Składanie i rozkładanie ruchów i sił. Rzut poziomy i ukośny. Ruch jednostajny po kole. Prawa Keplera. Grawitacja powszechna. Praca i energja kinetyczna. Machiny proste (prawo zachowania pracy). Tarcie. Ogólne prawo zachowania energji.

Siły sprężyste, prawo Hooka. Ruch drgający prosty. Wahadło matematyczne. Ciało sztywne. Środek ciężkości. Para sił. Energja kinetyczna przy ruchu obrotowym. Moment bezwładności. Wahadło fizyczne. Bąki wirujące. Precesja.

Mechaniczne cechy cieczy i gazów. Ciśnienie hidrostatyczne. Naczy-

---

[1]) Ułatwić w tym mogą instytucje, jak np.: Pracownia Koła Fizyczno-matematycznego. Warszawa, Bracka, 18, Uranja w Berlinie, Deutsches Muzeum w Monachjum, Kursy wakacyjne dla nauczycieli i t. p., p. S t o p. III.

nia połączone. Prawo ARCHIMEDESA. Pływanie. Metacentrum. Zjawiska włoskowatości. Prawo BOYLE'A. Rozkład ciśnienia w atmosferze. Barometry. Balony.

Ciepło: Rozszerzalność ciał. Prawo CHARLESA. Termometry. Pojęcie ilości ciepła i ciepła właściwego. Zmiany stanów skupienia. Ciepło topliwości i parowania. Odchylenia od prawa BOYLE'A i CHARLESA. Punkt krytyczny. Skraplanie gazów. Mechaniczny równoważnik ciepła. Pogląd na teorję kinetyczną materji. Ciepło właściwe gazów. Maszyna parowa i gazowa. Indykator. Pogląd na zasadę CARNOTA. Źródła ciepła. Przewodnictwo. Promieniowanie.

Akustyka: Różne rodzaje ruchów falowych. Nakładanie. Odbicie. Fale stojące. Fale kuliste. Zasada HUYGENSA. Wysokość, barwa głosu. Tony wydawane przez struny drgające i piszczałki. Współbrzmienie. Prędkość głosu w powietrzu. Odbicie, załamanie, uginanie, interferencja głosu. Narząd słuchowy.

Optyka: Prostolinjowe rozchodzenie się światła. Metody mierzenia prędkości światła. Fotometrja. Prawa odbicia i załamania. Matematyczna teorja załamania w płytach, pryzmatach, soczewkach. Przyrządy optyczne: lunety, mikroskopy, aparaty fotograficzne. Oko ludzkie. Rozszczepienie anormalne i absorbcja światła. Barwy ciał. Interferencja światła. Teorja falowa. Uginanie. Siatki dyfrakcyjne. Metody określania długości fal świetlnych. Promienie pozafijoletowe, promieniowanie cieplne, analiza widmowa. Prostsze zjawiska z zakresu polaryzacji światła.

Magnetyzm: Linje siły magnetycznej. Prawo COULOMBA. Jednostki bezwzględne. Natężenie pola ziemi.

Elektryczność: Wzbudzanie przez tarcie. Prawo COULOMBA, pojęcie naboju elektrycznego. Linje siły. Potencjał, elektrometr, kondensator. Energja elektryczna. Prąd elektryczny, ogniwa galwaniczne, elektroliza, akumulatory. Prawo OHMA, rozgałęzienia prądu. Prawo JOULE'A, dzielność prądu, oświetlenie elektryczne. Elektromagnetyzm, ampermetry, voltmetry. Prawo indukcji, prądy przemienne, prądnice i inne zastosowania techniczne. Rozbrojenia elektryczne w gazach, promienie katodowe, RÖNTGENA, promieniotwórczość, elektrony. Fale elektryczne.

Gdy chodzi o młodzież, która stopniowo i równocześnie z nauką fizyki rozszerza swoje wykształcenie matematyczne, ważną jest także kwestja układu materjału. Uważamy w takim razie za rzecz odpowiednią rozpocząć naukę od łatwiejszych części mechaniki, a zakończyć ją przerobieniem powtórnym, zwłaszcza dynamiki, której pojęcia zasadnicze właściwie wkraczają do dziedziny Stopnia III, związanego z wprowadzeniem matematyki wyższej. Taki układ obecnie w wielu szkołach jest przyjęty, między innemi tworzy on podstawę planu projektowa-

nego dla szkoły realnej przez Towarzystwo nauczycieli szkół wyższych zaboru austryjackiego; plan ten odznacza się wogóle wybitnemi **zaletami** pedagogicznemi (p. Bibljografję).

Dodajemy wreszcie kilka pytań do użytku samouków **Stopnia II**, nie jako kontrolę wiadomości nabytych, lecz jako pobudkę do głębszego zastanawiania się nad przedmiotem przestudjowanym i jako przykład, jak należy go rozpatrywać z różnych punktów widzenia, — co zwłaszcza potrzebne jest przy użyciu naszych sucho pedantycznych podręczników szkolnych.

1. Dlaczego używamy rtęci do napełniania termometrów?

2. Dlaczego mierzymy temperaturę w termometrze gazowym na podstawie prężności, a nie objętości?

3. Podać przykłady zachowania energji ze wszystkich dziedzin fizyki.

4. Podać przykłady ruchów perjodycznych (analogicznych do ruchów wahadła).

5. W jakich zjawiskach fizyki występuje analogja do izochronizmu wahań wahadła?

6. Na czym polega analogja pojemności jakiegoś naczynia, pojemności cieplnej jakiegoś ciała, pojemności elektrycznej kondensatora?

7. Jeżeli natężenie głosu zależy od kwadratu amplitudy, dlaczego dwie piszczałki nie brzmią cztery razy silniej od jednej?

8. Podać różnice i analogje zjawisk głosu i światła.

9. Dlaczego używa się różnych metod do oznaczania prędkości głosu i światła? Czy dałyby się wymyśleć w obu wypadkach metody ściśle analogiczne?

10. Dlaczego sądzimy, że światło polega na falowaniu i że jest to falowanie poprzeczne?

11. Wymienić właściwości fizyczne ciał, nie zmieniające się z temperaturą. Wymienić właściwości mało zmienne i silnie zmienne.

12. Porównać przepływ prądów elektrycznych (instalacja elektryczna w mieście i mieszkaniu) z przechodzeniem gazu i wody w rurociągach. W jakich właściwościach leży różnica zasadnicza?

13. Czym różnią się zjawiska elektryczne i magnetyczne, pomimo że wspólne im jest zasadnicze prawo Coulomba?

II.

Niestety nie mamy w języku polskim wogóle żadnego systematycznego podręcznika, któryby można polecić samoukowi jako wzór wykładu fizyki w zakresie średnim. W literaturze zagranicznej znajdujemy wprawdzie dużo książek doskonale

przydatnych do nauki szkolnej, prowadzonej przez umiejętnego nauczyciela, ale trudno podać dzieło takie, któreby w jednakowej mierze spełniało dwa zadania ważne dla właściwego samouctwa: było zachętą i wskazówką do własnoręcznej pracy doświadczalnej oraz do wszechstronnego roztrząsania strony teoretycznej przedmiotu. Samouk, dążący do prawdziwego wykształcenia w fizyce, postąpi zatym najlepiej, jeśli będzie się posługiwał równolegle dwoma lub trzema podręcznikami, uwzględniającemi te różne kierunki, które we właściwej nauce powinny być ze sobą skombinowane.

Co się mianowicie tyczy ćwiczeń doświadczalnych, to polecamy gorąco wymieniony już na Stopniu I podręcznik Gregory'ego i Simmonsa, lub też inne z dziełek wymienionych pod 2a. Równolegle z pracą doświadczalną powinno się gruntownie przerabiać działy studjowane pod względem matematyczno-logicznym, do czego, naszym zdaniem, najlepiej się nadaje jedna z książek angielskich, wymienionych na str. 108—110, a zwłaszcza też obszerny podręcznik niemiecki Höflera. Osoby, władające jedynie językiem polskim, mogą się zamiast niego posługiwać dziełem Oettingena, opuszczając z niego na razie trudniejsze roztrząsania specjalne. Do oceny, co jest ważne, a co można opuścić, posłużyć może jakiś systematyczny podręcznik szkolny, jak np. Kaweckiego i Tomaszewskiego albo też dzieło Warburga i Bouffałła. Przerobienie ostatniego będzie wogóle pożyteczne w późniejszym stadjum nauki, dla usystematyzowania i zaokrąglenia wiadomości nabytych, zwłaszcza dla tych, którzy już nie dążą do wyższego poziomu naukowego, niż Stopień II. Nie radzimy jednak samoukowi bynajmniej uczyć się przedmiotu według suchego, treściwego podręcznika szkolnego lub według dzieła encyklopedycznego. Oprócz tego pożądane jest bardzo zagłębianie się w działy specjalne, przy pomocy monografji uzupełniających, wymienionych w następnych rozdziałach, pod 3. Dopiero takie bliższe zapoznanie się z działem specjalnym wzbudza właściwe zainteresowanie się nauką.

Zadanie o wiele łatwiejsze, w porównaniu z właściwemi samoukami, mają osoby, pobierające już naukę systematyczną,

a pragnące ją uzupełnić przez samouctwo. Polecamy im jako zachętę do zajęć domowych eksperymentalnych, mających wypełnić wolne godziny w sposób użyteczny, oprócz książek, wymienionych na Stopniu I pod liczbą 2, takie same dzieła 2b zestawienia niniejszego. Kto zaś rzecz tę bierze więcej na serjo i nie ma sposobności wykonania w szkole prac odpowiednich, niech usiłuje przerobić książki 2a, więcej naukowo systematyczne. Oprócz tego specjalnie zwracamy uwagę samouków tego rodzaju jeszcze na dzieło:

Pfaundler. Physik des täglichen Lebens, które już polecaliśmy na Stopniu I (str. 90).

Za niemniej ważne uważamy uzupełnienie nauki szkolnej przy pomocy monografji uzupełniających i dobrych naukowych książek do czytania. Nazwa »książki do czytania« oznacza literaturę stosunkowo lżejszą, nie powinna jednak wzbudzać mniemania, jakoby tego rodzaju dzieła tak czytać należało jak powieści. Radzimy usilnie przerabiać je powoli a gruntownie, powracając kilkakrotnie do miejsc po raz pierwszy niezupełnie zrozumianych, odtwarzając sobie po przeczytaniu tok ogólny myśli i nawiązując do innych dzieł o pokrewnej treści. Nie liczba stron przeczytanych przynosi korzyść, lecz stopień zrozumienia ich treści i intensywność pracy myślowej wywolanej przez nie.

1. Systematyczne podręczniki obejmujące całą fizykę.

a) O charakterze dydaktycznym, odpowiednie do nauki szkolnej.

Wymieniamy je w porządku wzrastającej trudności i gruntowności.

Osoby, znające język angielski, mają do wyboru cały szereg podręczników przystępnych, tworzących przejście od Stopnia I do Stopnia II. Jako przykład takiej angielskiej książki szkolnej podajemy:

R. A. Gregory and H. E. Hadley. A Classbook of Physics. Londyn, Macmillan, 1911. Str. 487. Cena szyl. $4^1/_2$.

Autor w przedmowie zaznacza bardzo słusznie, w przeciwstawieniu do opinji niektórych innych pedagogów angielskich, że ćwiczenia laboratoryjne koniecznie trzeba uzupełniać wykładami lub nauką systematyczną, gdyż brak takiej nauki zazwyczaj pozostawia umysł ucznia w stanie mglistego chaosu. Złączenie luźnych wątków rozumowania, nawiązanych podczas praktyki laboratoryjnej, w solidną strukturę jest zadaniem tej książki. Może ona zatym posłużyć za uzupełnienie do książki Gregory'ego i Simmonsa, która ogranicza się do przepisów wykonywania ćwiczeń laboratoryjnych, nie wchodząc w rozumową dyskusję ich wyników.

Uważamy ją istotnie za doskonałe dzieło, tworzące pożądany pomost między doświadczeniem a nauką rozumowo-abstrakcyjną. Dla scharakteryzowania poziomu zaznaczymy, że autorowie badają ruchy wahadła czysto empirycznie, w zakresie optyki gieometrycznej jednak prawa zwierciadeł wklęsłych wyprowadzają teoretycznie, za pomocą dowodów gieometrycznych. O undulacyjnej teorji światła niema mowy, prawa elektromagnetyzmu i indukcji wyłożone są tylko w formie jakościowej. Książka ta odpowiada zatym poziomowi pośredniemu między nauką fizyki w niższych i wyższych klasach naszych szkół średnich, obliczona dla chłopców 14—16-letnich. Odznacza się jednak w przeciwieństwie do naszych podręczników szkolnych wielkiemi zaletami dydaktycznemi; pominięciem tego, co się nie da przedstawić w sposób rozumowy, odpowiedni dla wieku ucznia, a wiele gruntowniejszym i ściślejszym przerobieniem pojęć zasadniczych. Wielka liczba pytań i zadań służy do pogłębienia nauki. Rozkład materjału: zasadnicze metody mierzenia 48 stron, mechanika i hidrostatyka 102, cieplo 92, światło 95, głos 35, magnetyzm 38, elektryczność statyczna 42, elektryczność voltaiczna 37 stron.

Bardzo dobre są również książki:

W. Watson. Textbook of Physics (cena $10^1/_2$ szyl.) oraz tegoż autora: Intermediate Physics, obie nakładem firmy Longmans, Green & Co, Londyn.

Pierwsza o poziomie nieco wyższym, druga w bardzo zwięzłej formie podaje obfity materjał.

Znacznie popularniejszy charakter ma natomiast książka:
J. C. P. Aldous. An elementary Course of Physics. Londyn, Macmillan. Str. 862. Cena szyl. 7½.
Obejmuje szeroki zakres zjawisk fizycznych, ale przedstawiony w sposób przystępny i przy pomocy dobrych ilustracji.
Literatura polska jest natomiast bardzo uboga:

Stosunkowo bardzo szczupły jest zakres książek:
K. Sporzyński. Fizyka do użytku szkół średnich. Według Karstena i Kleibera napisał... dla szkół handlowych i technicznych. Wydanie II, Warszawa Arct, 1910, stron 440. Cena rb. 1 k. 80.

— Fizyka w zakresie szkół średnich, wykład skrócony. Według Karstena i Kleibera napisał... Stron 286. Cena rb. 1.

Oryginał niemiecki posiada mało zalet; nadaje się do dogmatycznego uczenia i pamięciowego wyuczenia się, ale mniej do nauki rozumowej. Ułożony jest według schematu stale powtarzającego się: dogmatyczne twierdzenie, doświadczenie lub dowód, zastosowanie. Nie znajdujemy ani śladu metody heurystycznej, żadnego usiłowania, żeby ucznia przyzwyczaić do myślenia naukowego. Często natomiast napotykamy twierdzenia, podane bez żadnego uzasadnienia. O głosie, cieple, świetle twierdzi się z góry, apodyktycznie, że są to falowania i t. d., i z tego wyprowadza się wnioski, a niema ani słowa o interferencji, uginaniu, polaryzacji światła. Oprócz tego zarzucić trzeba liczne niedokładności, nieścisłości określeń, sprzeczności i t. d. Jako zalety podnieść można: liczne zadania, zwracanie uwagi na zastosowania techniczne i przejrzystość układu. Wogóle jest to książka bardzo łatwa, bo nie wymaga natężenia mózgu, lecz pamięci, ale taka fizyka nie jest szkołą myślenia. Przydatną być może co najwyżej jako powtórzenie po dobrym wykładzie szkolnym.

Nieco większego zasobu wiadomości dostarcza książka:
F. Tomaszewski i **A. M. Kawecki.** Fizyka i krótki zarys kosmografji. Podręcznik dla wyższych klas szkół średnich; wydanie 4-te, 1906, Kraków. Skład w księgarni Krzyżanowskiego.

Jest to podręcznik używany najwięcej w szkołach średnich zaboru austryjackiego i stosunkowo jeszcze lepszy od kilku innych, których wymieniać nie warto. Trudno i w nim jednak dopatrzeć się jakichś zalet dydaktycznych. Pod tym względem stoi stanowczo znacznie niżej od wydania przeznaczonego dla klas niższych. Zamiast metody indukcyjnej, tam przeważnie stosowanej, tu panuje pewien oschły ton dogmatyczny, który w uczniu wywoła zwyczaj uczenia się na pamięć. Oprócz tego rażą definicje bez treści, nieścisłości w sposobie wyrażania się, ustępy naukowo przestarzałe, a nawet liczne wady rzeczowe. Nie wyróżniają autorowie należycie, co jest faktem doświadczalnym, co wnioskiem, a co hipotezą. Wszak fizykę powinno się na tym stopniu tak wykładać, żeby była szkołą myś-

lenia. Układ materjału: Wstęp, mechanika, własności dynamiczne materji, mechanika ciał płynnych, mechanika gazów, nauka o cieple, zasady meteorologji, ruch drgający i falowy, nauka o głosie, nauka o świetle, magnetyzm, elektryczność, kosmografja.

Wymienimy na tym miejscu również:

I. Paczowski. Repetytorjum fizyki dla klas wyższych szkół średnich. Mechanika trzech stanów skupienia. Lwów, Maniszewski i Meinhart, 1907. Str. 35. Cena hal. 50.

Zbiór ważniejszych wiadomości w zwięzłej, lakonicznej formie. Może być użyteczny jako streszczenie materjału przerobionego w szkole, choć naogół nie jesteśmy zwolennikami tego rodzaju książek. W niektórych szczegółach pożądane byłoby odmienne sformułowanie tekstu. Warunek równowagi ciał stałych (str. 10) jest niedostateczny. Czy też nie za dużo terminologji niepotrzebnej?

Jako przykład francuskiej książki szkolnej wymieniamy:

H. Bouasse et **L. Brisard.** Physique. Paryż. Ch.-Delagrave. 3 tomy. Cena fr. 12.

Rzecz ułożona w myśl nowego programu rządowego francuskiego z r. 1902, który usiłował zreformować do pewnego stopnia dawną książkową metodę nauczania, kładąc większy nacisk na względy dydaktyczne i na wprowadzenie pracy doświadczalnej. Mimo to wykład wydaje się nam jeszcze zbyt teoretyczny, za mało przesiąknięty temi zasadami heurystycznemi, w których celują Anglicy. A równocześnie literacko gładka forma stylu wprawdzie uprzyjemnia i ułatwia czytanie, ale nie dozwala na wszechstronne roztrząsanie przedmiotu, podkreślanie rzeczy ważnych, stawianie pytań i t. d., jakie znajdujemy u Höflera.

Specjalnie dla samouków łatwy, jasny wykład będzie ponętny, ale podkreślamy, że należy koniecznie uzupełniać naukę ćwiczeniami doświadczalnemi, aby nie wpaść w wszelkie wady nauki czysto książkowej, pamięciowej. Oryginalny jest układ materjału w owym programie. Pierwszy tomik obliczony dla »Classe de Seconde C et B« zawiera zasady statyki, równowagę cieczy i gazów, ciepło. Drugi tomik dla »Classe de Première C et D« zawiera elektryczność i optykę gieometryczną. Trzeci tomik dla »Classe de Mathématique A et B« zawiera dynamikę, zasady termodynamiki, akustykę, uzupełnienia z optyki, uzupełnienia z elektryczności. Materjał tomu III wychodzi już częściowo po za zakres naszych szkół średnich i wymaga znajomości pierwszych elementów rachunku wyższego.

Jako jedno z najlepszych dzieł na tym poziomie fizyki polecamy:

A. Höfler. Physik mit Zusätzen aus der angewandten Mathematik, aus der Logik und Psychologie und mit 230 physikalischen Leitaufgaben.

f dop

Unter Mitwirkung von E. Maiss und F. Poske. Brunświk, Vieweg, 1904, stron XXXI+965. Cena w opr. m. 16.

Książka właściwie obliczona dla nauczyciela; dla ucznia, pragnącego zapamiętać treść nauki udzielonej na lekcji, przeznaczone jest skrócone wydanie tego dzieła:

Naturlehre für die Oberstufe der Gymnasien, Realschulen und verwandter Lehranstalten. Brunświk, Vieweg. 1903. Wiedeń, Gerold. Stron XIII+407. Cena w opr. k. 5.

Autor dzieła jest z zawodu przedewszystkim filozofem i pedagogiem, i ta cecha wyraźnie się zaznacza w tym dziele, nadając mu charakter zupełnie oryginalny. Jest to pod względem dydaktycznym wzorowy wykład fizyki, który właśnie uwydatnia te cechy najsilniej, jakie z fizyki robią szkołę myślenia i jakich brak w innych dziełach tak często przykro uderza. Sposób naprowadzania ucznia na sformułowanie pojęć, logiczna ścisłość określeń, staranne rozróżnianie elementów doświadczalnych i hipotetycznych, ciągłe pobudzanie ucznia do myślenia samodzielnego, są zaletami nieocenionemi. Nie jest to zbiór wiadomości o różnych przyrządach i wynalazkach; pod tym względem dzieło to daje nawet materjał dość szczupły, ale jest ono źródłem gruntownego wyćwiczenia w zasadach myślenia naukowego. Polecamy samoukom właśnie staranne przerobienie tego dzieła w formie obszerniejszej, gdyż może ono doskonale zastąpić osobę nauczyciela, jeżeli uczeń zada sobie pracę i w należyty sposób skorzysta ze wszystkich wskazówek i odnośników. Bardzo cenną cechą dzieła obszerniejszego są także liczne wzmianki historyczne oraz dodatki: uzupełnienia matematyczne, dodatek logiczno-psychologiczny oraz zbiór zadań. Znaczna część tych zadań, co prawda, przekracza siły ucznia, dla którego dzieło jest przeznaczone i należy je raczej uważać za uzupełnienie tekstu dla nauczyciela. Rozumowe przerobienie tej książki wymaga od samouka znacznie większego nakładu pracy, niż wyuczenie się przedmiotu z innych dzieł podobnego zakresu, zwięźle i gładko napisanych, ale zaręczamy, że ta praca opłaci się. Wobec pewnej, nie dającej się zaprzeczyć chaotyczności, spowodowanej nadmiarem krzyżujących się

myśli dydaktycznych, a także pstrokacizną druku, jest pożądane, żeby samouk wiadomości nabyte uporządkował następnie przy pomocy zwięźlejszego dziełka. Sam autor odczuwał tę potrzebę i oprócz obszernego tekstu i wydania szkolnego, wydał jeszcze więcej skrócony tekst jako: Repetitorium der Physik. Str. VIII + 203. W opr. m. 3.50.

Ostrzegamy wreszcie samouka i na tym miejscu, żeby się nie ograniczał do nauki książkowo-papierowej, do czego dzieło to mogłoby go skłonić. Warunkiem niezbędnym prawdziwego wyszkolenia w fizyce jest, żeby uczeń nietylko kiedyś w swoim życiu widział doświadczenia, o których mowa w podręczniku, ale żeby też przed jego przerobieniem lub lepiej podczas przerabiania odpowiednich ustępów zajął się własnoręcznemi ćwiczeniami. Tej strony praktyczno-doświadczalnej autor w swoim dziele nie uwzględnia i pod tym względem wymaga ono zasadniczego uzupełnienia.

Podręczniki szkolne Poskego (Vieweg, Brunświk), napisane dla szkół niemieckich, są przeróbkami powyższego dzieła Höflera.

A. Oettingen. Szkoła fizyki. Przełożył W. Smosarski przy współudziale I. Harabaszewskiego i A. J. Goldsobla. Warszawa, Orgelbrand, 1912. Skład u Wendego. Str. XV + 598. Cena rb. 6.

Książka za przykładem Ostwalda: Schule der Chemie, pisana w formie djalogu między mistrzem a uczniem. Pomysł jest oryginalny, ale wykonanie nasuwa wiele zarzutów. Rozmowa jest często nienaturalna, wymuszona. Dałaby się poprowadzić dydaktycznie o wiele odpowiedniej: z obszerniejszym zastosowaniem metody heurystycznej. Nauczanie ucznia przez mistrza odbywa się przeważnie sposobem djalogowo-papierowym, bez pomocy żywych doświadczeń. Tymczasem uczeń z tak małym przedwstępnym wykształceniem matematyczno-logicznym, jak ten, którego sobie autor wyobraża, który ledwie umie początki algiebry, a nie zna jeszcze funkcji goniometrycznych, stanowczo nie byłby dojrzały do nauki wyłącznie abstrakcyjnie-rozumowej, miejscami doprowadzonej do poziomu dość wysokiego. Razi czasem zamiłowanie autora do osobliwej ter-

minologji, razi również nierównomierność poziomu wykładu, jak np. wtrącenie długich i w tym zakresie chyba zbytecznych rozdziałów o harmonji muzycznej, o djoptryce projektywicznej, rozdziału o teorji rozbrojeń, kondensatora, których poziom znacznie przekracza miarę trudności innych części. Z drugiej strony trzeba uznać, że użycie metody djalogowej pozwoliło autorowi ożywić cały wykład, uprzystępnić go oraz wytłumaczyć różne niejasności, często zupełnie pomijane w innych podręcznikach. Sądzimy, że istotnie tego rodzaju książka właśnie samoukom może oddać dobre usługi i dlatego ją na tym miejscu polecamy, jako przeciwwagę szablonowych, nudnych podręczników. Przy pierwszej nauce powinno się jednak opuścić zupełnie owe działy trudniejsze jak: V 5, VI A 3 b c, VI B, VII 4, IX 5, 9, 10, X 5, 9, 10, 11, a w działach VI A 4, XI można się ograniczyć do głównych wyników. Dla nauczycieli książka ta będzie także bardzo interesująca, ale gorąco życzyć wypada, ażeby nauczyciel prowadził naukę, nietylko mówiąc o doświadczeniach, jak to czyni mistrz książki, lecz także pokazując je i polecając uczniowi ich wykonanie.

Alfred Daniell. P o d r ę c z n i k z a s a d f i z y k i. Przełożył z angielskiego J. J. Boguski. Stron XXXII+877. Warszawa, Paprocki, 1887. Cena rb. 7.50 (wyczerp.). Dzieło obszerne, które niegdyś należało do najlepszych w swoim rodzaju, o zakroju pośrednim między elementarnym, popularnonaukowym dziełem a książką wprowadzającą w wyższe studjum naukowe. Odznacza się przedewszystkim jasnością i zupełną przystępnością, a równocześnie pewną ścisłością stylu, przy ominięciu prawie zupełnym symbolów matematycznych, oraz pewną potoczystością wykładu, a dość wielkim bogactwem treści. Części drukowane większemi czcionkami odpowiadają poziomowi drugiemu; uzupełnienia drukowane petitem, tworzą przejście do wstępnych kursów uniwersyteckich w rodzaju książki Witkowskiego. Rzecz nadawałaby się bardzo dla samouków bez wyższego wykształcenia matematycznego, pragnących uzupełnić przygotowanie elementarne w zakresie fizyki, ale, niestety, dzisiaj książka ta jest już tak przestarzała, że tylko w braku innych możnaby ją polecić. Zwłaszcza z olbrzymiego nowoczesnego rozwoju nauki o elektryczności, z nowszych działów optyki, termodynamiki, promieniowania, jeszcze śladu nie zawiera i pod tym względem zbyt dużo pozostawia do uzupełnienia. Wydanie podobnej rzeczy w postaci odnowionej byłoby bardzo na czasie, ale pożądane byłoby zaopatrzenie takiego dzieła w liczne dobre ilustracje.

b) Podręczniki o charakterze encyklopedycznym i informacyjnym.

E. Warburg. Zasady fizyki. Z 6 wydania niemieckiego przetłumaczył Stanisław Bouffałł. Księgarnia Naukowa. Warszawa, 1903. Str. 514, rysunków 405. Cena rb. 3. (Wyczerp.).

Książka powstała z kursu uniwersyteckiego t. zw. fizyki doświadczalnej i stąd wypływa ogólny jej charakter. Autor nie przekracza granic matematyki elementarnej, wogóle daje tylko bardzo skąpe rozważania teoretyczne, a za to więcej szczegółów doświadczalnych. Dzieło to jest zatym przystępnym dla stopnia drugiego, ale nie nadaje się wcale jako książka do uczenia się, gdyż przeznaczone jest dla osób, które już nabyły w szkole średniej główne podstawy nauki, i służyć ma raczej jako repetytorjum i do uzupełnienia wiadomości nabytych. Autor nie stara się wcale przygotować pojęć w sposób dydaktyczny, nie przerabia materjału za pomocą zadań lub przykładów, lecz, przypuszczając, że materjał został już przerobiony poprzednio, ogranicza się do systematycznego jego przedstawienia. Zakres nauki jest bardzo obszerny. Osobistość autora daje gwarancję, że nie znajdziemy żadnych błędów naukowych, ale z drugiej strony szukamy daremnie specjalnych zalet, wznoszących ten podręcznik ponad szablon niemieckich książek tego rodzaju. Można go polecić temu, kto już przeszedł gruntownie podręcznik kategorji (1 *a*) i pragnie uzupełnić, powtórzyć i uporządkować swe wiadomości.

Obok dzieła Warburga wymienić można szereg podobnych dzieł, powstałych z wykładów t. zw. fizyki doświadczalnej, jakich na niemieckich uniwersytetach słuchają wstępujący na pierwszy rok słuchacze medycyny, nauk przyrodniczych, chemji, fizyki i matematyki. Mimo, że owe wykłady odbywają się na uniwersytecie, poziom ich odpowiada naogół stopniowi drugiemu. Podręczniki owe różnią się zatym od obszerniejszych podręczników gimnazjalnych zazwyczaj tylko układem systematyczniejszym, stylem gładkim, nie podkreślającym tak wyraźnie względów dydaktycznych, i większym nagromadzeniem wiadomości faktycznych. Właśnie z tych względów nie uważamy

ich wcale za odpowiednie do nauki fizyki dla samouków. Mają one pewne znaczenie jako zwięzłe repetytorjum dla słuchacza, któremu przypominają wykład słyszany i doświadczenia widziane. Mogą się również przydać jako dzieła informacyjne tym osobom, dla których obszerniejsze dzieła nie są przystępne. Ale sposób pamięciowego uczenia się fizyki przy wyłącznej pomocy takich książek, jaki np. medycy i przyrodnicy praktykują w Niemczech, uważamy za zupełnie błędny. Samouk zdobywa tym sposobem pewien zasób wiadomości encyklopedycznych z zakresu fizyki, których bardzo szybko znów zapomina, ale nie uzyska nawet tego zrozumienia i pogłębienia zasadniczych podstaw przedmiotu, jakie dają lepsze podręczniki gimnazjalne. Z temi zastrzeżeniami wymieniamy oprócz książki WARBURGA jeszcze szereg podobnych dzieł, w Niemczech bardzo rozpowszechnionych:

E. Lecher. Lehrbuch der Experimentalphysik für Mediziner und Biologen. Teubner, Lipsk, 1912. Str. VII + 451. Cena m. 8.

Materjał bardzo szczupły, ale zawiera liczne uwagi specjalnie zajmujące dla lekarzy.

F. Neesen. Die Physik in gemeinfasslicher Darstellung für höhere Lehranstalten, Hochschulen und zum Selbststudium. Vieweg. Brunświk. Wyd. 2, 1905. Str. IX + 384. Cena m. 4.50.

E. von Lommel. Lehrbuch der Experimentalphysik, herausgegeben von W. KÖNIG. 19 Auflage, Barth, Lipsk, 1911. Str. X + 644. Cena m. 7.50.

Rzecz bardzo przystępna.

A. Kundt. Vorlesungen über Experimentalphysik. Herausg. v. K. Scheel. Vieweg, Brunświk. Str. XXIV + 852. Cena opr. m. 17.50.

Podkreśla stronę doświadczalną.

A. Lampa. Lehrbuch der Physik. Wiedeń. W. Braumüller, 1908. Str. 565. Cena k. 12.

Daje dość zawiłe elementarne dowody wzorów matematycznych, chcąc uniknąć rachunku wyższego.

Jako dzieło, które pod względem dydaktycznym i naukowym stoi znacznie wyżej, polecamy:

H. A. Lorentz. Lehrbuch der Physik zum Gebrauch bei akademischen Vorlesungen. Übers. von G. SIEBERT. 2 tomy. Barth. Lipsk. Cena w opr. m. 20.

Autor, słynny fizyk holenderski, bardzo starannie i gruntownie objaśnia pojęcia zasadnicze, nie bawiąc się szczegółikami drugorzędnemi. Dzieło istotnie godne swego mistrza; nawet fachowiec znajdzie tu ustępy dla siebie interesujące.

W polskim języku mamy doskonałe Zasady fizyki Witkowskiego, które szczegółowo omówimy na Stopniu III, dzieło jeszcze przystępne dla dojrzałych samouków Stopnia drugiego; przerobienie jego przyniesie im o wiele większe korzyści niż książek powyżej wymienionych. W uprzystępnieniu zasadniczych kwestji wyższej fizyki idzie znacznie głębiej niż owe dzieła, a przytym nadaje się doskonale do celów samouctwa. Dlatego odsyłamy czytelnika do niego, a nie uważamy za potrzebne wchodzić w bliższą analizę dzieł obcych, wymienionych powyżej. Dla użytku studjujących, którzy nie rozporządzają czasem, potrzebnym do przerobienia tego, już dosyć szczegółowego i gruntownego dzieła, (zwłaszcza słuchaczy medycyny), przygotowuje się obecnie wydanie skrócone, które wkrótce wyjdzie w druku nakładem Towarzystwa Nauczycieli Szkół Wyższych we Lwowie.

Jako jeden z najobszerniejszych podręczników przystępnych dla samouków Stopnia drugiego, wymieniamy wreszcie:

E. Grimsehl. Lehrbuch der Physik, zum Gebrauche beim Unterricht, bei akademischen Vorlesungen und zum Selbststudium. Wyd. 2; 1912. Teubner, Lipsk. Str. XVI + 1262. Cena opr. m. 16,

Autor bardzo słusznie prowadzi naukę fizyki w szkole realnej tak. że uczy tylko najważniejszych podstaw z całego jej zakresu, a jeden dział specjalny, co roku inny, przerabia stosunkowo gruntowniej, posługując się nawet niekiedy matematyką wyższą, ażeby uczniom dać pojęcie o tym, co to jest właściwa nauka. W dziele niniejszym przedstawia całą fizykę w taki właśnie gruntowny sposób, nie sądząc oczywiście, ażeby można w szkole przejść całą tę książkę, lecz tylko w tym celu, ażeby uczniom, pragnącym uzupełnić swe wiadomości szkolne, dać ku temu sposobność. Powstała tym sposobem rzecz bardzo pokrewna omawianym powyżej kursom fizyki doświadczalnej, zwłaszcza, że w formie zewnętrznej względy dydaktyczne schodzą na plan drugi, a w wykładzie oprócz rozważań teoretycznych dużo zajmują miejsca szczegóły praktyczno-doświadczalne. Pod temi względami jest to dzieło poniekąd przeciwstawieniem do książki Höflera i może posłużyć za jej uzupełnienie. Jakkolwiek pragnęlibyśmy, żeby dzieło to pod niejednym względem więcej odbiegało od tradycyjnego szablonu, uznajemy jednak jego wybitne zalety dydaktyczne, jasność i przejrzystość wykładu, staranne opracowanie szczegółów historycznych i wyczerpujące omówienie kwestji zasadniczych. Można je polecić jako dzieło informacyjne samoukom, którym Stopień III nie jest dostępny, a także nauczycielom jako poradnik przy nauce szkolnej.

Wreszcie wymieniamy obszerne, wielotomowe dzieło informacyjne

Müller-Pouillet. Lehrbuch der Physik u. Meteorologie, które omawiamy na Stopniu III.

Jest to źródło rozległych wiadomości z zakresu Stopnia III (specjalizacja naukowa), przystępne jednak, wskutek ograniczenia się do użycia matematyki niższej, jeszcze dla dojrzałych samouków Stopnia drugiego. Nie może ono oczywiście służyć do nauki, tylko podobnie jak słownik przy lekturze obcych dzieł, jako źródło pouczające o kwestjach specjalnych. Pożądane dla bibljotek.

2. Podręczniki do pracy doświadczalnej.

a) Do systematycznych ćwiczeń uczniowskich.

A. Worthington. A first Course of Physical Laboratory Practice. Longmans, Green and Comp. Londyn, Cena szyl. $4\frac{1}{2}$.

Autor był jednym z głównych inicjatorów obecnego sposobu uczenia fizyki w szkołach angielskich przy pomocy laboratoryjnych ćwiczeń uczniowskich i książka ta, która w szczuplejszej formie pierwszy raz ukazała się w r. 1881, ogromnie się przyczyniła do rozpowszechnienia tego ruchu. Jest to przewodnik dla ucznia przy wykonywaniu ćwiczeń, dający nietylko przepis wykonania, ale także objaśniający cel i znaczenie doświadczeń i może dlatego samoukom po części zastępować nauczyciela fizyki. Doświadczenia te są przeważnie pomiarami ilościowemi; autor wprawdzie każe je wykonywać przy pomocy prostych przyrządów, ale wymaga przecież znacznego stopnia dokładności. Rzecz jest doskonale obmyślana, wielka część doświadczeń przeszła z tego dziełka do innych książek o podobnym zakresie.

Liczba doświadczeń: mierzenie 23, mechanika cieczy, gazów i ciał stałych 77, ciepło 42, magnetyzm 55, elektryczność 73. Akustyki i optyki zbiór ten nie uwzględnia. Rzecz doskonała, obliczona jako kurs wstępny dla chłopców 14—17-letnich. U nas może ją zastąpić obszerniejszy podręcznik Gregory'ego i Simmonsa, który wśród większego materjału zawiera także prawie wszystkie doświadczenia Worthingtona.

R. A. Gregory i A. T. Simmons. Podręcznik do ćwiczeń praktycznych z fizyki. Dla klas niższych i wyż-

szych szkół średnich przełożony z angielskiego przez J. G. Część I. Warszawa, Arct, 1909. Str. 280. Cena opr. rb. 1.20.

Z prawdziwą radością powitaliśmy przetłumaczenie tego doskonałego podręcznika na język polski i spodziewamy się, że ukazanie się jego przyczyni się do koniecznej dzisiaj reformy naszego nauczania szkolnego. Jest to podręcznik do pracy ucznia w laboratorjum, złożony z kursu elementarnego (Gregory) i z kursu wyższego (Gregory i Simmons). W tłumaczeniu mniejszym drukiem oznaczone są zadania pochodzące z wyższego kursu, które początkujący może opuścić. Wogóle liczba ćwiczeń jest tak wielka, że o przerobieniu wszystkich przez jednego ucznia chyba mowy być nie może i nauczyciel musi tu wybrać, co mu się zdaje ważniejszym. Doświadczenia są pod względem dydaktycznym doskonale opracowane i za szczególną zaletę uważamy to, że naogół dają się wykonać prostemi środkami i ucznia zachęcają do radzenia sobie samemu.

Książka ma wybitną cechę podręcznika laboratoryjnego i założeniem jej używania jest kontrola pracy ucznia przez nauczyciela i wspólne omawianie wniosków, które wypływają z pomiarów wykonanych przez ucznia. Samouk znajdzie doskonałe i dość szczegółowe wskazówki do wykonywania doświadczeń, ale przykro odczuwać będzie brak obszerniejszych objaśnień, umożliwiających mu kontrolę własnej pracy oraz dających pogląd na znaczenie wyników doświadczeń. Jeżeli umie po angielsku, może mu się pod tym względem okazać użyteczną książka Gregory'ego i Hadley'a (patrz str. 108), zresztą musi równolegle z ćwiczeniami przerabiać odpowiednie działy z książek, służących do nauki systematycznej. Wogóle samouk będzie oczywiście w położeniu znacznie trudniejszym niż uczeń szkoły publicznej, ale mimo to jak najgoręcej zachęcamy go, żeby na własną rękę próbował wykonywać ćwiczenia według tej książki. Nie dojdzie zapewne do tak dobrych wyników, jak uczeń mający do rozporządzenia lepsze przyrządy i pomoc nauczyciela, ale usiłowania jego będą posiadać znacznie większą wartość wychowawczą, dzięki pobudzeniu samodzielności.

Część I obejmuje mechanikę i ciepło; pożądanym jest, żeby wreszcie Część II (optyka, elektryczność i t. d.) się pojawiła.

Potrzebom samouków odpowiada zresztą książka powyższa lepiej niż:

J. Doliński. Zbiór ćwiczeń z dziedziny fizyki dla szkoły średniej na podstawie Hahna i Noacka. Część I, Lwów, Altenberg. Warszawa, Wende, 1909. Str. 52. Cena kop. 60.

Książka opracowana na podstawie dzieł niemieckich i oparta na własnych doświadczeniach szkolnych autora. Różni się od omówionej poprzednio: A) rozmiarami, gdyż podaje tylko skromny wybór z pomiędzy ćwiczeń tam wymienionych, B) układem, gdyż książka angielska więcej przystosowana jest do metody heurystycznej, pozostawiając uczniom wyprowadzenie wyników i sformułowanie wniosków, a tutaj, zgodnie z pierwowzorami niemieckiemi, z góry podane jest prawo fizyczne, o które chodzi, doświadczenie zaś, bardzo zresztą krótko opisane, tylko a posteriori ma stwierdzić jego ważność. Wreszcie książka ta dostosowana jest więcej do gotowych przyrządów kupnych, dziełko zaś angielskie więcej odpowiada potrzebom uczniów, radzących sobie prostemi środkami i własną zręcznością. Owo dziełko jest właśnie wypływem metody nauczania nawskróś praktycznej, od dziesiątków lat panującej w Anglji, gdy tymczasem książka Dolińskiego powstała tam, gdzie ćwiczenia praktyczne są narazie tylko uzupełnieniem, przyczepionym do nauki szkolnej. Jednak i tę książkę polecić można, jako przyczynek do reformy nauczania fizyki, pożądany zwłaszcza w tych szkołach, które jeszcze nieśmiało zaczynają kroczyć po nowej drodze i które nie odważają się jeszcze na zupełną zmianę metody. Ogłoszona narazie część I zawiera tylko ćwiczenia (45) z działów: ważenie, mechanika, własności mechaniczne cieczy i gazów.

S. A. Mac Dowall. Laboratory Note Book of Physics. Londyn, Dent. 1911.

Oryginalna książka, jeszcze bardziej dla praktyki obliczona niż inne tego rodzaju. Jest to wprost notatnik przeznaczony dla ucznia podczas pracy laboratoryjnej, zawierający zwięzłe instrukcje co do wykonywania doświadczeń, wskazówki do wpisania liczb otrzymanych, narysowania figur i t. d., wraz z kartkami pustemi, które uczeń ma wypełnić wynikami swych pomiarów. Autor tym sposobem chce oszczędzić pracy nauczycielowi, który nie potrzebuje tracić czasu na tłumaczenie każdemu uczniowi z osobna, co ma robić. Uczeń zaś po przerobieniu takiego kursu i wypełnieniu tej książki będzie miał podręcznik fizyki napisany przez siebie samego. Pomysł bardzo dobry, wymagający jednak ciągłego kontrolowania notatnika ze strony nauczyciela, bo inaczej, zwłaszcza u gorszych uczniów, z pewnością tyle się nagromadzi w nim błędów i nieporozumień, że uczenie się z niego mogłoby tylko szkodę przynieść. Pierwszy tom zawiera zadania stosunkowo łatwiejsze, z zakresu hidrostatyki, ciepła, światła, magnetyzmu i elektryczności, odpowiadające poziomowi szkoły średniej, drugi tom zawiera zadania trudniejsze, wchodzące właściwie w znacznej części w zakres praktyki laboratoryjnej uniwersyteckiej.

Zupełnie innego rodzaju książką jest:

W. Masche. Physikalische Übungen, Leitfaden für die Hand des Schülers. 2 części. Teubner, Lipsk, 1911. Pierwsza część, 43 str.: mierzenie i ważenie, cieplo; 2-ga część, 59 str.: magnetyzm, prądy galwaniczne. Książeczki te mają służyć uczniowi wyższych klas szkół średnich za przewodnik do ćwiczeń laboratoryjnych. W klasach przez autora prowadzonych nauka odbywa się dawnym tradycyjnym sposobem, a ćwiczenia są nadobowiązkowym uzupełnieniem programu szkolnego, dlatego też tylko pewna liczba lepszych uczniów bierze w nich udział. W myśl tego założenia ćwiczenia podane przez autora nie tworzą organicznie spojonej części nauki, jak w szkołach angielskich, lecz są to przygodne ilustracje doświadczalne pewnych zasad fizyki, mające oswoić ucznia z pracą eksperymentalną i pogłębić jego wykształcenie naukowe. Taki zakres ćwiczeń jest stanowczo zbyt skromny, ale, pragnąc, żeby choć w tak szczupłych rozmiarach ćwiczenia zostały zaprowadzone we wszystkich szkołach, polecamy i tę książeczkę nauczycielom i uczniom jako początek reformy metody nauczania.

Najgruntowniejszym niemieckim podręcznikiem do systematycznych ćwiczeń jest dzieło:

H. Hahn. Leitfaden für physikalische Schülerübungen. Springer, Berlin 1909. Str. 357. Cena m. 3, którego obszerniejsze, dla nauczyciela przeznaczone wydanie omówimy szczegółowo dalej, w rozdziale 5. Samoukom właśnie to ostatnie wydanie odda lepsze usługi niż wydanie skrócone.

Zwracamy ich uwagę również na książkę: Schreber-Springmann, Experimentierende Physik, którą na owym miejscu obszerniej omawiamy i której piękne, prostemi środkami dające się wykonać, doświadczenia mogą być źródłem pouczającej rozrywki dla ucznia-samouka.

b) Podręczniki do zajęć praktycznych.

Jako poradniki do pouczających rozrywek eksperymentalnych polecamy gorąco także na tym stopniu książki, wymienione już na Stopniu I, w kategorji 2.

Dodajemy jeszcze obszerniejsze dzieło:[1])

H. Rebenstorff. Physikalisches Experimentierbuch. Teubner, Lipsk, 1911.

I. Teil: Anleitung zum selbstständigen Experimentieren für

---

[1]) Oprócz tego zwracamy uwagę samouków na dzieła Abrahama i Hahna wymienione dalej, w bibljografji dzieł dydaktycznych Stopnia II.

J. Ass.

jüngere und mittlere Schüler. Str. VI+231. Cena m. 3. — II Teil: Anleitung z. selbst. Exp. f. mittlere und reife Schüler. Str. VI+178. Cena m. 3. — Pierwsza jego część przydać się może także samoukom na poziomie elementarnym.

Już w niektórych z owych podręczników znajdują się wskazówki co do sporządzania przyrządów fizycznych. Jako książki o nieco wyższym poziomie, specjalnie temu przedmiotowi poświęcone i przeznaczone dla tych, którzy już nabyli pewnej wprawy w tego rodzaju pracach, wymieniamy:

J. Konwiczka. Przewodnik do samodzielnego sporządzania przyrządów fizycznych za pomocą najprostszych środków. Spolszczył Br. Duchowicz. Nakład Chmielewskiego, Lwów, 1909.

Część 1: Dzwonek elektryczny, telefon z mikrofonem, 44 str.

Część 2: Ogniwa galwaniczne, ogniwa stałe, akulumatory, 32 str.

Część 3: Sankowy przyrząd indukcyjny, induktor, 32 str.

Część 4: Maszyna magneto-indukcyjna, dynamo-maszyna 32 str.

Gorąco należy powitać u nas tego rodzaju wydawnictwa, zachęcające uczniów do zajmującej roboty ręcznej, którą w miły i użyteczny sposób wypełnić mogą chwile wolne. Jest to tym ważniejsze, że właśnie w naszych szkołach naukę fizyki traktuje się jeszcze zbyt abstrakcyjnie. Książeczki te dają przepisy bardzo szczegółowe do sporządzania przyrządów wymienionych, wymagające minimalnego wydatku pieniężnego. Są jednak obliczone dla chłopców, którzy już posiadają pewną dość znaczną wprawę w tego rodzaju robotach. Kto nigdy się tym jeszcze nie zajmował, temu radzimy rozpocząć od prac łatwiejszych i poznać najważniejsze manipulacje (heblowanie, piłowanie, lutowanie i t. d.), np. według podręcznika: Donatha lub Fischera (patrz str. 81, 82), Hahna (patrz str. 121), albo: Götze, Schulhandfertigkeit, Lipsk, 1895 lub: E. Schnetzler, Werkbuch fürs Haus, Union Stuttgart.

Szkoda też, że autor nie wyzyskał tej okazji, żeby wpleść do książki więcej objaśnień tych zjawisk fizycznych, na których polegają te przyrządy, oraz liczniejszych wskazówek co

do doświadczeń, do których one później mogą posłużyć. Nakładem księgarni H. Beyera w Lipsku ukazała się oprócz wyżej wymienionych jeszcze większa liczba podobnych książeczek, o dość nierównomiernej wartości.

E. Gscheidlen. An der Werkbank. Anleitung zur Handfertigkeit mit besonderer Berücksichtigung der Herstellung physikalischer Apparate. Für mittlere und reifere Schüler. Lipsk, Teubner, 1912; str. IV+60. Cena m. 4.

Autor uprawia tego rodzaju zajęcia nie tyle jako szkolę fizyki, ile jako cel samoistny. Pobudza go do tego zamiłowanie w zawodzie mechanika. Nie zadowala się też prymitywnym sposobem wykonywania amatorskiego (jak Fischer, str. 82), lecz żąda, o ile możności, fachowego wykończenia przyrządów, do czego oczywiście potrzebuje lepszych narzędzi. Szczegółowy opis tych narzędzi i sposobu ich używania uważamy za najlepszą część książki. Oprócz tego jest załączonych 44 tablic ze szczegółowemi planami przyrządów, z których fizyk mniej będzie zadowolony, gdyż nie chodzi o przyrządy do badań naukowych, lecz przeważnie o przyrządy techniczne, dość skomplikowane i trudne do wykonania. Dla przyszłych inżynierów będzie to szkoła doskonała, ale ze stanowiska naukowego wolelibyśmy odmienny kierunek zastosowania nabytych zręczności. W każdym razie wprawienie się w takich pracach jest równie pożądane dla przyszłego inżyniera, jak też i dla nauczyciela lub fizyka-badacza.

3. Monografje uzupełniające działy specjalne.

Wymieniamy tu wyłącznie książki przystępne dopiero na Stopniu II, ale zaznaczamy wyraźnie, że także niektóre z dzieł, przytoczonych w Stopniu I, mogą oddać wielkie usługi samoukom tego zakresu.

A. Mechanika.

St. Bouffałł. Zasady mechaniki, jako wstęp do nauki fizyki. »Książki dla wszystkich«. Warszawa, Arct, 1903; str. 167. Cena kop. 30.

Rzecz bardzo przystępnie napisana, prawie bez wzorów i wywodów matematycznych, stojąca na pograniczu Stopnia I i II, jednak już na poziomie o tyle wyższym niż książka Straszewicza (str. 84), że od samego początku posługuje się pojęciem przyspieszenia i dynamicznym określeniem siły.

M. Lauenstein. Podręcznik mechaniki, dla średnich szkół technicznych i samouków. Z niem. przetł. J. Hoffman. »Biblioteka Przemysłowa«, Warszawa, Wizbek, 1896; str. VIII+265. Cena rb. 1 kop. 20

Podręcznik ten obejmuje znacznie szerszy zakres mechaniki, łącznie z mechaniką cieczy i gazów, przedstawiony w sposób bardzo przystępny. Posiada charakter książki szkolnej dla klas średnich. Nakład wyczerpany.

Ch. Ed. Guillaume. Initiation mécanique. Paryż, Hachette, 1912; wydanie 3-cie, str. XIV + 222. Cena fr. 2.

Jest to dziełko bardzo oryginalne, choć bynajmniej nieodpowiednie dla uczenia dzieci 4—12-letnich (jak we wstępie powiedziano). Dla dzieci w tym wieku uważamy za wskazaną jedynie metodę eksperymentalno-heurystyczną, autor zaś wykłada przedmiot w sposób teoretycznie rozumujący; używa wprawdzie bardzo mało symboliki matematycznej, ale wprowadza jednak pewne wywody, które ledwie pod koniec wskazanego wieku mogłyby być zrozumiane. Zaletami niepośledniemi są jasność stylu, obfitość prostych przykładów z życia codziennego, ilustrujących zasady wykładane. Podziwiać trzeba, w jaki jasny, poglądowy i zajmujący, a przecież na wskroś naukowy sposób autor umie przedstawić przedmiot. Z uznaniem też podnieść trzeba, że autor wprowadza pojęcie siły, opierając się na dynamicznym, a nie statycznym określeniu. Książeczkę tę polecić można gorąco młodzieży nieco dojrzalszej jako uzupełnienie nauki szkolnej i odtrutkę przeciwko bezmyślnemu uczeniu się pamięciowemu. Pobudzi ich do myślenia i zastanawiania się filozoficznego nad podstawowemi pojęciami i zasadami mechaniki. Radzimy czytelnikowi, żeby sobie wypisywał krótkie streszczenia zasadniczych myśli rozdziałów przeczytanych, co zwłaszcza jest wskazane ze względu na pewną gadatliwość autora i liczne dygresje. Przygotowuje się tłumaczenie polskie (nakł. Kasy im. Mianowskiego).

J. Perry. Bąki. Przekład M. Meyerówny. Warszawa, Wende, 1910. Cena kop. 60.

Doskonała książeczka popularna o mechanice bąków wirujących. Autor, znany propagator kierunku doświadczalno-empirycznego w nauczaniu nauk ścisłych, umiał przedstawić ów trudny przedmiot w nadzwyczajnie przystępny i zajmujący sposób, posiłkując się doświadczeniami, które czytelnik w znacznej części sam potrafi wykonać. Książkę tę powinni czytać uczniowie szkoły średniej, którzy zwykle uważają naukę mechaniki za niezmiernie nudną. Zajmie ona jednak również tych, którzy oddają się fachowym studjom wyższego poziomu.

J. C. Maxwell. Materya i ruch. Przełożył S. Dickstein. Warszawa, Gebethner i Wolff, 1879; str. III+136. Cena kop. 60.

Znakomita ta książka Maxwella, jakkolwiek pochodząca z przed laty 40, i dzisiaj jeszcze jest uważana za jedno z arcydzieł popularno-naukowej literatury angielskiej. Czytelnik obeznany z elementami algiebry i gieometrji, znajdzie w niej nadzwyczajnie jasny i przystępny wykład fundamentalnych zasad mechaniki, ale polecamy przeczytanie jej zwłaszcza tym, którzy zamierzają rozpocząć studjowanie mechaniki matematycznej na Stopniu III. Wykład jest systematyczniejszy i treściwszy niż w dziełku Guillauma i wymaga nieco większej dojrzałości umysłowej. Dlatego też książkę powyższą uważamy za nieco wyższy szczebel w nauce mechaniki niż owe dziełko. (Przygotowuje się wydanie nowe).

B. Ciepło.

Do teorji maszyn parowych odnosi się książka Złobickiego wymieniona już na Stopniu I (str. 85) oraz książki specjalne Stopnia III, po części (jak Vatera) zrozumiałe już dla samouków poziomu średniego. Ogólną teorją zjawisk cieplnych zajmuje się oprócz popularnych wykładów Tyndalla (str. 85) doskonały systematyczny podręcznik:

J. C. Maxwell. Theory of Heat. With Corrections and Additions by Lord Rayleigh. Londyn, Longmans, Green & Co. 1902. Cena szyl. $4^1/_2$.

— Theorie der Wärme. Nach d. 4 Aufl. ins Deutsche übertragen von Dr. F. Auerbach. Wrocław, 1877; str. 324.

Jakkolwiek oryginał wyszedł przed czterdziestu kilku laty, książka ta ma i dzisiaj jeszcze wysoką wartość, zwłaszcza odnowione jej wydanie angielskie, zaopatrzone licznemi poprawkami i uzupełnieniami (przez Lorda Rayleigh'a). Autor umiał przedstawić przedmiot, należący właściwie do zakresu Stopnia III, w sposób bardzo jasny i zrozumiały, bez użycia rachunku wyższego, tak, że przeważna część tej książki przystępna będzie już dojrzalszym samoukom Stopnia II. Umożliwi im gruntowne zrozumienie prawideł, rządzących zjawiskami cieplnemi i przygotuje ich do studjowania dzieł specjalnych poziomu III. Polskie tłumaczenie w przygotowaniu.

C. Akustyka.

— **J. Tyndall.** Der Schall. Acht Vorlesungen in der Royal Institution. Herausgegeben von H. HELMHOLTZ u. G. WIEDEMANN, wyd. 2. Vieweg. Brunświk, 1895.

Dzieło popularne, podobnie jak inne prace tegoż autora świetnie napisane, a mniej niż inne przestarzałe, gdyż akustyka jest nauką w ogólnych zarysach od kilkudziesięciu lat wykończoną. Rzecz zrozumiała dla każdego, zajmująca i godna polecenia, zwłaszcza jako »książka do czytania«. W celu głębszych studjów zwrócić się można do dzieła SCHAICKA (Stopień III).

D. Optyka.

— **St. Kramsztyk.** Ostatni z nieważników. Eter i jego znaczenie w fizyce dzisiejszej. Warszawa, Druk K. Kowalewskiego. 1897; str. 79. Cena kop. 35.

Autor przedstawia w sposób popularny krótki zarys historyczny rozwoju naszych pojęć o eterze wszechświatowym, a ponieważ przedmiot ten wiąże się ściśle z naszemi wiadomościami o istocie światła, porusza kolejno teorję emisyjną, undulacyjną i elektromagnetyczną światła, wreszcie przechodzi do promieni RÖNTGENA i hipotezy atomów wirowych. Rzecz jest ujęta w zajmującą formę literacką i jest lekturą bardzo godną polecenia dla osób, które odebrały już elementarną naukę fizyki. Nawiasem wspomnimy, że dawniejsze pojęcia nasze o roli eteru dzisiaj już podległy pewnym zmianom. (Porównaj np. książkę CAMPBELLA w tłum. SILBERSTEINA, cytowaną w Stop. III).

— **J. Tyndall.** 6 wykładów o świetle, wygłoszonych w Stanach Zjednoczonych w r. 1872—73. Przełożył W. BIERNACKI, z portretem autora. Warszawa, druk Kowalewskiego, 1899; str. 253.

TYNDALL, sławny uczony, a jeszcze sławniejszy prelegient i popularyzator nauki, wydał cykl wykładów o świetle, połączonych z doświadczeniami, które miał w Ameryce przed publicznością zupełnie nieprzygotowaną pod względem naukowym. Jest to istotnie wzór dzieła popularnego i można z niego odczuć cały czar, jaki owe wykłady musiały wywierać. Czytelnik nie

posiadający nawet żadnych wiadomości specjalnych, może przez te wykłady dojść do ogólnego zrozumienia zjawisk optycznych w dość obszernym zakresie. Zawierają one np. omówienie zjawisk pierścieni Newtona, barwy kryształów w świetle spolaryzowanym, polaryzację kołową, polaryzację magnetyczną światła, błękit nieba, właściwości promieniowania cieplnego, mierzenie długości fal świetlnych i t. d. Potrzeba tylko, żeby czytelnik istotnie zobaczył choć część owych doświadczeń, o których mowa.

Książka nadaje się zatym przedewszystkim jako książka do czytania dla dojrzalszej młodzieży obok systematycznej, z doświadczeniami połączonej nauki szkolnej, a następnie dla osób dorosłych, które część doświadczeń może kiedyś widziały, po części zaś dosyć posiadają zdolności myślenia abstrakcyjnego, żeby sobie wyobrazić należycie, o co chodzi. Niektóre szczegóły są naturalnie już przestarzałe, wobec postępów nauki w ciągu lat 40, tak np. uderza brak zupełny teorji elektro-magnetycznej światła i tak samo wielu innych nowszych badań; jednak mimo to książka ta i dzisiaj jeszcze może być bardzo użyteczna. Szczególnie sympatyczną cechą jest idealistyczny zapał naukowy autora, przebijający się w niej i udzielający się mimowoli czytającemu. Jako częściowe uzupełnienie jej (w kierunku teorji elektro-magnetycznej) polecamy dalej wymienione książki Biernackiego (str. 129) i Campbella (str. 136). Także dzieło Michelsona, wymienione w Stop. III, jest już przystępne dla samouków Stopnia II.

E. Elektryczność.

K. Sporzyński. Dziwy elektryczności. Warszawa, Gebethner i Wolff. 1904; str. 207. Cena kop. 60. Treść: 1) Czemu elektryczność dziwi. 2) Fale elektryczne w przestrzeni. 3) Telegrafja bez drutu. 4) Telegrafja obrazów i pisma. 5) Telefonja bez drutu. 6) Zimne światło i prądy Tesli. 7) Promienie Röntgena. 8) Promieniotwórczość a elektryczność.

Książeczka kładzie główny nacisk na nowsze wynalazki z zakresu elektryczności i daje dużo szczegółów w ich opisie, nie zwraca jednak uwagi na głębsze tłumaczenie naukowe. O zasadniczych zjawiskach elektryczności czytelnik z tej książeczki mało się dowie, ale może przynajmniej zaciekawi się przedmiotem z punktu widzenia techniczno-utylitarnego. Mimo pewnych mniejszych wad możnaby rzecz polecić jako uzupełniającą lekturę przy nauce w średnich klasach szkolnych. Niestety, właśnie tego rodzaju książki bardzo szybko stają się przestarzałemi i w niniej-

szym dziełku dzisiaj już należałoby uczynić liczne zmiany i uzupełnienia. Samouka ostrzegamy zresztą wyraźnie, żeby nie zabierał się do robienia wynalazków przed nabyciem gruntownego wykształcenia (Stopień II i podstawy Stopnia III). Na niedojrzałej i bezkrytycznej wynalazczości, która pobudzoną być może reklamą gazetową różnych Szczepaników i Rychnowskich lub czytaniem tego rodzaju książek, marnuje się u nas mnóstwo ludzi młodych, którzyby po odpowiednim przygotowaniu mogli istotnie pracować z powodzeniem rzetelnym.

G. Claude. Schule der Elektrizität, gemeinverständliche Darstellung der Elektrizität und ihrer Anwendungen nach den modernen Anschauungen und Plaudereien über die neueren Strahlungen, nach G. Claude's: Electricité à la portée de tout le monde, für Deutschland bearbeitet von Walter Ostwald. W. Klinkhardt's Verlag. Lipsk, 1909. Str. XI + 579.

Dzieło oryginalne, którego celem jest umożliwić szerokiej publiczności niefachowej zrozumienie zasad dzisiejszej elektrotechniki. Rzecz napisana nadzwyczajnie przystępnie i zaopatrzona w piękne ilustracje, musi zainteresować nawet najobojętniejszego czytelnika. Wprawdzie autor kładzie nacisk przedewszystkim na zastosowania techniczne i z tego powodu pomija np. zupełnie zjawiska elektrostatyki, ale nie wątpimy, że książka ta zachęci czytelnika do gruntowniejszego studjowania i przygotuje go do przerobienia więcej systematycznych podręczników naukowych. Polecamy ją także do czytania uzupełniającego przy nauce szkolnej w średnich i wyższych klasach szkół średnich. Przeróbka niemiecka polega głównie na zastąpieniu wymienionych w tekście przyrządów francuskich odpowiedniemi fabrykatami niemieckiemi, oraz na stosownych zmianach w ilustracjach. Miejscami razi niesmaczny żartobliwy ton tłumaczenia niemieckiego.

L. Graetz. Die Elektrizität und ihre Anwendungen. Wydanie 16-te. Engelhorn, Stuttgart, 1912. Str. XVI + 720. Cena m. 9.

Sam fakt, że dzieło to doczekało się 16-go wydania, jako też liczba dotychczas drukowanych egzemplarzy (76 tysięcy), świadczy o jego popularności i pozwala wnioskować o zaletach. Autor umiał istotnie przedstawić całokształt zjawisk elektryczności oraz ich zastosowań technicznych w sposób nie-

zwykle przystępny i zrozumiały. Nie zapuszcza się zbyt głęboko w stronę teoretyczną przedmiotu, aby czytelnika nie nużyć dłuższemi argumentacjami albo nie zrazić wzorami matematycznemi. Ale sposób przedstawienia bardzo jasny, choć mało odbiegający od szablonu konwencjonalnego. Główną zaletą dzieła jest nader wyczerpujące traktowanie części doświadczalnej; autor opisuje wszelkie przyrządy elektryczne, tak instrumenty laboratoryjne jak i maszyny techniczne, i daje doskonały pogląd na zastosowania praktyczne. W tym zakresie dzieło to jest prawdziwie na wysokości wymagań czasu i może oddać pewne usługi nawet przy studjach specjalnych. Przedewszystkim gorąco polecić je można publiczności wykształconej, pragnącej zrozumieć owe tysiączne zagadki, które wiek elektryczności nasuwa każdemu nawet w życiu codziennym.

Tłumaczenie krótszego dziełka tego samego autora p. t. Kurzer Abriss der Elektrizität wyszło jako:

L. Graetz. Elektryczność, teorja i zastosowania, przełożył Dr. L. Bruner. Warszawa, Arct, 1908. Str. VI + 216. Cena rb. 1 kop. 20.

Nie jest to wyciąg z owego większego dzieła, lecz opracowanie samodzielne, które się odznacza temi samemi zaletami, t. j. wielką przystępnością i jasnością. Zakres informacji dostarczonych jest jednak znacznie szczuplejszy wskutek opuszczenia różnych szczegółów, zwłaszcza z dziedziny zastosowań. Układ jest o tyle oryginalny, że pierwszy i drugi rozdział zawierają prądy galwaniczne, łącznie z prawem Ohma, trzeci rozdział elektromagnetyzm, a dopiero czwarty-elektrostatykę. Rozdział piąty, nieco trudniejszy, poświęcony jest dynamomaszynom, następne rozdziały zawierają: skutki cieplne prądu, elektrolizę, rozbrojenia elektryczności w gazach i fale elektryczne.

A. Leduc. Telegraf bez drutu. Odczyt, przełożony przez Stanisława Bouffałła. Warszawa. Wende 1905. Str. 45. Cena kop. 30.

Odczyt, przeznaczony dla szerokiej publiczności niefachowej, daje pewne pojęcie ogólne o istocie tego wynalazku. Rzecz przystępna dla wszystkich.

W. Biernacki. Nowe dziedziny widma. Promienie Röntgena, promienie elektryczne, telegrafja bez drutu. Z przed-

mową J. Ochorowicza. Warszawa, druk Granowskiego i Sikorskiego 1898. Str. 144. Cena kop. 25.

Autor podaje w tej książce wykład popularny o odkryciu promieni Röntgena oraz o pracach Hertza i jego następców w dziedzinie fal elektrycznych, wreszcie o zastosowaniu tych zjawisk do telegrafji bez drutu. Pierwsze dwa rozdziały, mające służyć za przygotowanie dla czytelnika nie posiadającego nawet zasadniczych wiadomości z dziedziny optyki i elektryczności, są może zbyt pobieżnie traktowane; rzecz właściwie tylko ten zrozumie, kto już posiada elementarne wykształcenie Stopnia I. Taki czytelnik z książki tej istotnie dużo może skorzystać, zwłaszcza z działu o falach elektrycznych. Natomiast niektóre ustępy o promieniach katodowych, o promieniach Röntgena [1]) i Becquerela wobec dzisiejszego stanu wiedzy wymagają pewnej rewizji.

Specjalnie promieni Röntgena dotyczy broszura:

M. Orsetti. O promieniach Röntgena i ich zastosowaniu. Materjał do odczytu ludowego. Warszawa, Centnerszwer, 1910. Str. 47.

Bardzo dobre, krótkie i zwięzłe, a przystępne przedstawienie rzeczy. Można polecić nietylko tym, którzy mają wykładać o promieniach Röntgena, ale i tym, którzy pragną się o nich poinformować.

W. Mutermilch. O materji promieniotwórczej. Wyd. »Przyrody«. Księgarnia Naukowa, Warszawa, 1904. Stron. II + 106. Cena kop. 50.

Jest to broszurka popularna, przedstawiająca w sposób zupełnie przystępny i zajmujący historję odkrycia ciał promieniotwórczych, oraz główne wyniki, osiągnięte w pierwszych kilku latach badań na tym polu. Autor wspomina jeszcze o transformacji pierwiastków, ale już w szczegóły nie wchodzi. Rzecz wymaga zatym znacznych uzupełnień dla przedstawienia dzisiejszego stanu naszej wiedzy. Po przeczytaniu jej polecamy:

St. Tołłoczko. Co to są elektrony. Kraków, Friedlein. Warszawa, Wende, 1905. Str. 81. Cena kop. 50.

---

[1]) Jest to wogóle dziś jeszcze kwestją wątpliwą, czy promienie Röntgena polegają na »falowaniu«, jak światło, czy też są nieregularnemi wstrząśnieniami o pewnej »szerokości impulsu«.

Dwa wykłady popularne o zjawiskach elektronowych, mniej więcej podobnego poziomu jak poprzednia książeczka. Sposób przedstawienia jednak jest zwięźlejszy, więcej rzeczowy, język prostszy, bez dążenia do literackich upiększeń. Natomiast materjał omówiony jest znacznie rozleglejszy: obejmuje promienie katodowe, promienie Röntgena, jony w elektrolitach i gazach, zjawiska promieniotwórczości, wszystko traktowane oczywiście tylko w ogólnych zarysach. Rzecz godna polecenia. Celem dalszego pogłębienia polecamy książkę Brunera i Campbella (Stopień III).

Przystępną dla wszystkich osób, posiadających wykształcenie elementarne, jest także książeczka:

F. Richarz. W s p ó ł c z e s n e w y n i k i b a d a ń w d z i e d z i n i e e l e k t r y c z n o ś c i. Przetł. B. Goldman. Warszawa, 1902. Druk »Przeglądu Tygodniowego«. Str. III + 161. Cena kop. 60.

Dla scharakteryzowania treści podajemy spis rozdziałów: 1) Bezwzględne jednostki miernicze magnetyzmu i elektryczności, amper, volt, ohm. 2) Drgania elektryczne Hertza i fale stojące w drutach. 3) Fale Hertza w powietrzu. Promienie siły elektrycznej i telegraf bez drutu. 4) Linje sił Faraday'a i poglądy jego na istotę zjawisk elektrycznych i magnetycznych. Prądy Tesli. 5) O promieniach katodalnych i Röntgena.

Oczywiście, że słowo »współczesne« w tytule już nie odpowiada dacie dzisiejszej. Ale mimo to książeczkę tę uważamy i dzisiaj za pożyteczną, zwłaszcza ze względu na zajmujący, popularny wykład zasadniczych zjawisk elektrycznych i magnetycznych. Pod tym względem zawiera więcej szczegółów niż inne wyżej wymienione książeczki, mniej natomiast pod innemi względami.

Jako wstęp do systematycznej nauki elektryczności polecamy czytelnikom obeznanym z językiem angielskim:

R. H. Jude. T h e S c h o o l M a g n e t i s m a n d E l e c t r i c i t y. Londyn, Clive, 1906. Str. VI + 403. Cena szyl. $3^1/_2$.

Jest to książka szkolna o stosunkowo małym zakresie, zawierająca tylko elektrostatykę, magnetyzm, prądy stałe i krótki zarys elektromagnetyzmu i indukcji. Nie wchodzi w omawianie

zastosowań technicznych, wynalazków i t. d., nie wspomina nawet o falach elektrycznych, ale to, co daje, jest gruntownie wyłożone, o ile to tylko jest możliwe w książce elementarnej. Słusznie też autor kładzie główny nacisk na umiejętne użytkowanie pojęcia potencjału. Polecamy rzecz tę zwłaszcza nauczycielom dla użytku przy nauce szkolnej. Po przerobieniu paragrafu 50, 51 nikt chyba nie będzie się upierał przy uczeniu dawnego, zupełnie błędnego poglądu na elektryzowanie przez wpływ (naboje wolne i związane), który wciąż jeszcze się kołacze w książkach szkolnych i popularnych.

Przeznaczenie odmienne mają dzieła:

B. Szapiro. Oświetlenie elektryczne. Wykład popularny dla techników. Warszawa. Wende, 1901. Str. 324. Cena kop. 80.

Z. Straszewicz. Światło elektryczne. Urządzenie i działanie instalacji prywatnych o prądzie stałym. Przewodnik dla monterów, maszynistów i właścicieli instalacji elektrycznych. Warszawa, 1898. Nakł. H. Wawelberga. Str. 295. Cena rb. 1 kop. 20.

Książki przeznaczone przedewszystkim dla techników, monterów, maszynistów, elektrotechników, wogóle ludzi inteligientnych, ale bez wykształcenia specjalnego. Wymagają znajomości tylko matematyki elementarnej; wykład bardzo jasny, zasady podstawowe wytłumaczone gruntownie, wogóle traktowanie o tyle wyczerpujące, o ile to możliwe na tym stopniu. Można rzeczy te polecić każdemu, kto praktycznie ma do czynienia z oświetleniem, a także uczniom jako uzupełnienie wiadomości nabytych w szkole.

E. Rosenberg. Elektrotechnika prądu silnego. Przełożył Z. Straszewicz. Wydanie II. Warszawa, Gebethner i Wolff, 1911. Str. 371. Cena rb. 2 kop. 40.

Jest to również książka napisana najzupełniej popularnie, bez wywodów matematycznych, przeznaczona głównie dla monterów i rzemieślników, zatrudnionych przy przemyśle elektrotechnicznym. Zadaniem, które doskonale spełnia, jest: umożliwić im zrozumienie działania maszyn i przyrządów, z któremi mają do czynienia w praktyce. Książkę tę można jednak także polecić uczniom szkół średnich oraz innym osobom, studjującym fizykę na poziomie Stopnia II, jako uzupełnienie podręczników naukowych, jakkolwiek zawiera zbyt wiele do tego celu szczegółów natury technicznej. Z powodu tej szczegółowości zaliczamy ją do Stopnia II, choć sposobem wykładu jest przystępna już na szczeblu pierwszym. Zwracamy tylko jeszcze uwagę czytelników, że powinni się koniecznie zapoznać naocznie z maszynami i ich działaniem, bo inaczej książka wyda im się nie zajmującą i z samego przeczytania jej odniosą mało korzyści. — Treść: prąd elektryczny, elektromagnetyzm, maszyny prądu sta-

łego, motor elektryczny, reakcja rotora, akumulatory, bieg równoległy gieneratorów, oświetlenie elektryczne, prąd zmienny, maszyny prądu zmiennego, prąd wielofazowy, motory prądu zmiennego z kolektorami, wysokie napięcie.

M. Lutosławski. Prąd elektryczny, jego wytwarzanie i zastosowanie w technice. Podręcznik dla techników niespecjalistów. Część pierwsza: Wytwarzanie prądu elektrycznego (więcej nie wyszło). Warszawa, Wende, 1900. Str. 241. Cena opr. rb. 2 kop. 20.

Podręcznik ten powstał z szeregu odczytów autora, mających zapoznać grono ludzi bez specjalnego wykształcenia z podstawami nowoczesnej elektrotechniki. Ustępy teoretyczne, poświęcone powstawaniu prądów elektrycznych oraz ich właściwościom, są mało wyczerpujące, tak, że czytelnik bez żadnych wiadomości fachowych w dalszym ciągu napotka na niejedną trudność. Kto jednak posiada pewną znajomość podstaw teoretycznych (przerobiwszy np. odpowiednie działy z podręczników szkół średnich, poziomu drugiego) z korzyścią może wziąć tę książkę do ręki. Znajdzie w niej bardzo dobry zarys dzisiejszych sposobów technicznych wytwarzania prądów elektrycznych, wraz z roztrząsaniem kwestji praktycznych (kosztorysów i t. p.), związanych z tym przedmiotem. Rzecz, oczywiście, zajmie przedewszystkim techników, ale przydać się może także osobom studjującym elektryczność z zainteresowania się naukowego. Użyteczny dodatek tworzy słowniczek polsko-niemiecko-francuski wyrazów technicznych oraz spis literatury przedmiotu.

Zwracamy także uwagę samouków na książki S. Thompsona i Jamiesona, wymienione na Stopniu III.

Więcej teoretyczny charakter posiadają dzieła:

L. Silberstein. Wstęp do dziedziny zjawisk elektromagnetycznych. Część I.: Niezmienne pole magnetyczne. Warszawa. Druk Kowalewskiego, 1901. Str. 192 + III. Cena rb. 1.

Jest to wykład zasadniczych praw zjawisk magnetyzmu z punktu widzenia poglądów Faraday'a i Maxwella, ułożony z prawdziwym talentem popularyzatorskim. Autor wyjaśnia bardzo szczegółowo pojęcia i twierdzenia teoretyczne, nie wchodząc zresztą wcale w omawianie doświadczeń, przyrządów lub zastosowań. Rzecz przystępna i zajmująca dla wszystkich, którzy potrafią śledzić dłuższe, nieco abstrakcyjne rozumowania. Polecamy zwłaszcza tym, którzy znają wyłącznie dawne teorje elektryczności i magnetyzmu. Szkoda, że nie zjawił się dalszy ciąg tego dziełka.

G. Mie. Lehrbuch der Elektrizität und des Magnetismus. Eine Experimentalphysik des Weltäthers für Physiker, Chemiker, Elektrotechniker. Str. XX + 736. Sztutgard, Enke, 1910. Cena m. 18.

Bardzo obszerne dzieło, jednak o charakterze elementarnym, pozornie niemal popularnym. Stoi jednak na znacznie wyższym poziomie niż dzieło Graetza, gdyż autor postawił sobie zadanie dać czytelnikowi tak gruntowne zrozumienie teoretyczne, jak to wogóle możliwe jest bez

przygotowania z matematyki wyższej. Natomiast nie zajmuje się wcale zastosowaniami praktycznemi. Cechą oryginalną jest także to, że autor konsekwentnie od samego początku wprowadza punkt widzenia nowoczesny, trzymając się teorji elektryczności Maxwella, później łączy z nią pojęcia elektronowe i dochodzi nawet do zasady względności. Książka ta przedstawia obok 3-go tomu »Zasad Fizyki« Witkowskiego najwyższy szczebel nauki o elektryczności, dostępny jeszcze samoukom bez znajomości matematyki wyższej.

a) Książki popularno-naukowe do czytania[1]).

R. Nussbaumowa i **H. Silberstein.** Siły przyrody. Popularny wykład fizyki i jej główniejszych zastosowań, po części według Guillemina: Le monde physique. Warszawa, Olawski, 1894. Str. 1196, fig. 625, tablic 8. Cena rb. 3 kop. 50.

Jest to bardzo obszerny i zupełnie popularnie napisany podręcznik fizyki. Za wzór służyło autorom wymienione w tytule dzieło Guillemina, którego zbyt przestarzałe ustępy teoretyczne zastąpili wywodami lepiej odpowiadającemi nauce dzisiejszej; w rozdziale o elektryczności autorowie trzymali się głównie Graetza. Dodatnią cechą jest wykład bardzo przystępny i zajmujący, z licznemi wzmiankami historycznemi, wielka liczba ilustracji i połączenie wywodów teoretycznych ze szczegółowym omówieniem zastosowań praktycznych. Z drugiej strony trzeba przyznać, że właśnie owe ustępy o zastosowaniach (zwłaszcza w pierwszych trzech częściach) bardzo mocno »trącą myszką«, jak również i niektóre ilustracje, co zrozumiałe jest wobec niezwykle szybkiego rozwoju techniki. Dzieło tego rodzaju, należycie odnowione i w niektórych drobniejszych szczegółach poprawione, byłoby bardzo pożądane. Przystępna forma wykładu, przeplatanego rozmaitemi ciekawemi wzmiankami, jest nadzwyczajnie zachęcająca dla samouków. Książka taka mogłaby również oddać znaczne usługi przy nauce szkolnej jako książka do czytania na Stopniu I i II. Dzieło nie wymaga prawie żadnych wiadomości przedwstępnych, wypowiada prawa zasadnicze co najwyżej w formie proporcji i wogóle omija wszelkie zawilsze rozumowania teoretyczne, z drugiej strony jednak obejmuje dość obszerny zakres wiadomości.

— **St. Kramsztyk.** Wybór pism, wydany staraniem grona jego kolegów, przyjaciół i uczniów (z portretem autora). Tom I. Warszawa, 1909. Str. II + 397. Cena rb. 2 kop. 40.

— Szkice przyrodnicze z dziedziny fizyki,

---

[1]) Zwracamy również uwagę na dział III B Stopnia trzeciego, który częściowo już jest przystępny dla samouków dojrzalszych Stopnia II.

gieofizyki i astronomji. Wydanie 2-e. Warszawa. Księgarnia Naukowa, 1904. Str. 217. Cena rb. 1 kop. 20.

Na razie ukazał się tom I pism wybranych, które postanowiono wydać po śmierci autora; składają się one ze »Szkiców przyrodniczych«, które pochodzą częściowo jeszcze z przed laty 20—30 (pierwsze wydanie 1893), ale zostały przygotowane do druku w formie uzupełnionej i poprawionej jeszcze przez samego autora. Głębokiej erudycji autora zawdzięczać należy, że pod względem naukowym stoją zupełnie na poziomie wiedzy dzisiejszej. Można je śmiało nazwać arcydziełem polskiej literatury popularno-naukowej. Pisane dla wykształconego ogółu, pięknym językiem literackim, wyposażone cenną treścią naukową, są literaturą zarówno piękną, jak i prawdziwie pouczającą. Mimowoli przelewają w czytelnika ten sam entuzjazm i ową miłość do nauk ścisłych, którą sam autor był natchniony. Dla scharakteryzowania treści podajemy spis rozdziałów: Słowo wstępne przez Dicksteina. Przedmowa autora. 1) Czas. 2) Zagadka wnętrza ziemi. 3) Historja gazów i ich znaczenie w nauce dzisiejszej. 4) Przed sklepem mechanika, uwagi luźne o znaczeniu przyrządów w nauce. 5) Stulecie metra. 6) O rozwoju sztuki mierzenia. 7) Historja wynalezienia i wydoskonalenia termometru. 8) Na kresach ciepła i zimna. 9) Okres lodowy w dziejach ziemi. 10) Stulecie galwanizmu. 11) Atom elektryczny. 12) Ciała promieniotwórcze i rozpad atomów. 13) Bez węgla. 14) Pierścień Saturna. 15) O ważeniu ciał niebieskich. 16) Człowiek i przyroda. — Czytanie ich sprawi przyjemność każdemu, ale pożytek głębszy odniesie nie ten, kto je przeczyta jednym tchem, lecz kto użyje jednego z działów za punkt wyjścia do głębszego studjowania przedmiotu.

Odczyty o powietrzu. Krakowski oddział Polskiego Tow. im. Kopernika. Warszawa, Fiszer. Kraków, Krzyżanowski, 1901. Str. 132. Cena rb. 1.

W zakres fizyki właściwej wchodzi tu odczyt Prof. Witkowskiego: O powietrzu ciekłym, przedstawiający w sposób bardzo jasny i przystępny teorję i praktykę skraplania gazów.

E. Mach. O widzeniu, o symetrji. Odczyty popularno-naukowe. Tłumaczył Br. Go. Książki dla wszystkich. Warszawa, Arct. 1902. Str. 56 Cena kop. 10.

E. Mach. Odczyty popularno-naukowe, przełożył St. Kramsztyk. Wydawnictwo Przeglądu Filozoficznego. Łódź, 1899. Str. 127. Cena kop. 60.

Treść: 1. Charakter ekonomiczny badań przyrody. 2. O przeobrażeniu i przystosowaniu w myśleniu przyrodniczym. 3. O zasadzie porównywania w fizyce. O wpływie okoliczności przypadkowych na rozwój odkryć i wynalazków.

Są to ogromnie zajmujące i cenne prace słynnego fizyka-filozofa, które tworzą część obszerniejszego dzieła:

— Populärwissenschaftliche Vorlesungen. Lipsk, Barth. Wyd. 4. 1910; str. XII + 508. Cena opr. m. 7.50.

Polecamy je gorąco czytelnikom dojrzalszym, zdolnym do zrozumienia myśli głębokich i do odczucia ducha filozoficznego, tchnącego z tych odczytów.

W. C. D. Whetham. The foundations of science. Londyn. Jack. Str. 94. Cena 1/2 szyl.

Rzecz składa się z działu wstępnego o klasyfikacji nauk oraz z trzech działów, poświęconych fizyce, biologji i psychologji; najwięcej miejsca zajmuje fizyka. W każdym z owych rozdziałów autor daje bardzo zwięzły wykład głównych zasad nauki, łącząc go często bardzo zręcznie z poglądem na historyczny jej rozwój i przeplatając uwagami krytycznemi o metodach badania naukowego. Rzecz napisana doskonale, zawiera dużo pouczającego materjału w bardzo szczupłej objętości, przystępna jest już dla dojrzalszej młodzieży, ale będzie interesująca nawet dla właściwych fachowców z powodu oryginalności przedstawienia rzeczy i trafności różnych uwag.

N. R. Campbell. Zasady elektryczności (jako przykład do metodologii). Przełożył i uwagami opatrzył L. Silberstein. Warszawa. »Bibljoteka Naukowa Wendego«, 1913; str. 133. Cena kop. 70.

Cel tej książeczki jest dwojaki, chodzi autorowi bowiem nietylko o rzeczowe wyjaśnienie podstawowych praw i teorji elektryczności, jak tytuł wskazuje, lecz równocześnię o zachęcenie czytelnika do filozoficznego zastanawiania się nad zasadami ogólnemi badania naukowego. Autor tłumaczy np., co rozumieć należy przez »prawo przyrody«, co oznacza pojęcie »wielkości«, objaśnia cel nauki, znaczenie teorji i t. d. Informacji z zakresu fizyki książeczka dostarcza bardzo mało, nie wychodzi poza zakres najelementarniejszych faktów oraz poza pojęcia podstawowe teorji Maxwella, ale pomimo to może czytelnikowi wyjaśnić dużo kwestji, które przedtym były dla niego ciemne lub nad któremi wogóle nigdy się nie zastanawiał. Zrozumienie jej nie wymaga żadnych wiadomości fachowych, lecz pewnej dojrzałości umysłowej. Polecamy ją jako uzupełnie-

nie nauki w kierunku logiczno-filozoficznym, zwłaszcza pożądane przy nauce o elektryczności.

b) Książki treści historycznej lub biograficznej[1]).

H. Coupin. Lectures scientifiques sur la Physique. Paryż. A. Collin, 1911. Str. 368. Cena fr. 3.

Z uznaniem powitać należy oryginalny pomysł autora ułożenia wypisów z autorów klasycznych, celem ożywienia suchej, systematycznej nauki fizyki. Książka ta, przeznaczona do czytania obok nauki z podręcznika, z pewnością żywo zainteresuje dojrzalszego ucznia szkoły średniej, jak i czytelników starszych; składa się z łatwo zrozumiałych szkiców z całej dziedziny fizyki i meteorologji (urywków z większych prac, odczytów i t. p.), które własnemi słowami opowiadają najwybitniejsi uczeni, począwszy od Galileusza i Newtona aż do żyjących dzisiaj badaczy. Dobór naogół dobry, tylko niektóre ustępy (np. Thomsona i Poincarégo) wydają się za trudne do zrozumienia w porównaniu z innemi. Wartość takiej książki byłaby znacznie większa, zwłaszcza dla samouka, gdyby autor był dodał uwagi objaśniające.

Z dziejów rozwoju fizyki. Wypisy z dzieł oryginalnych zebrali i przełożyli Dr. M. Grotowski, St. Landau, M. Sadzewiczowa i Dr. W. Werner. Tom I.: Mechanika i dynamiczne własności materji, akustyka, nauka o cieple. 43 figur w tekście, 9 portretów, 1 tablica. Warszawa. Nakład Orgelbranda. Skład: Wende, Warszawa i Altenberg, Lwów. Str. VIII + 353. Cena rb. 3.

Dzieło to, które właśnie wyszło z druku, przewyższa wyżej wymienioną książkę objętością, bogactwem treści i wewnętrzną wartością naukową. Obliczone jest naogół dla czytelników dojrzalszych, którzy już przebyli Stopień II nauki; mimo to już na tym miejscu gorąco je polecamy, gdyż znaczna część jego jest zupełnie przystępna dla samouków Stopnia II, a całość oddać może wielkie usługi zwłaszcza nauczycielom przy nauce szkolnej. Autorowie umieli w sposób bardzo zręczny zestawić ustępy z pism wybitnych mężów nauki, tak, że treścią łączą się w pewną całość powiązaną myślami przewodniemi, a równocześnie dają pogląd na sposób myślenia i indywidualność owych uczonych. Strona historyczna góruje nad stroną naukowo-dydaktyczną; szczegółowe biografje, notatki historyczne, portrety słynnych uczonych (między niemi także

[1]) Patrz również Stopień III.

p. Dop mn

WRÓBLEWSKIEGO) przyczyniają się do tego. Pobudza to zainteresowanie czytelnika, łącząc go więzami sympatji osobistej z autorami ustępów cytowanych i ożywia wykład rzeczy naukowej. Nie brak też objaśnień treści czysto naukowej; sądzimy jednak, że przydałoby się jeszcze więcej tego rodzaju komentarzy rzeczowych. Naogół książka co do formy bardzo zajmująca, co do treści pouczająca, stanowi doskonały nabytek naszej literatury dydaktyczno-naukowej, a w znacznej mierze zastąpić może obszerniejsze historyczno-naukowe dzieła obce. Treść scharakteryzujemy krótko, podając nazwiska uczonych, których życiorysy i prace w tym I tomie umieszczono: ARCHIMEDES, KOPERNIK, GALILEUSZ, NEWTON, PASCAL, GUERICKE, MARIOTTE, COLLADON i STURM, SAVART, HELMHOLTZ, FAHRENHEIT, RÉAUMUR, CELSIUS, GAY-LUSSAC, LAVOISIER i LAPLACE, CARNOT, ROBERT MAYER, JOULE, CLAUSIUS, lord KELVIN, ANDREWS, OLSZEWSKI i WRÓBLEWSKI.

P. La Cour und **J. Appel.** Die Physik auf Grundlage ihrer geschichtlichen Entwicklung für weitere Kreise in Wort und Bild dargestellt. Übersetzt von G. SIEBERT. Brunświk, Vieweg, 1905. Cz. I, str. XII+496; cz. II, str. VIII+491. Cena m. 16 fen. 50.

Dosyć obszerny zarys fizyki wraz z chemją, astronomją i meteorologją, wyłożony w tonie przystępnym i popularnym, pierwotnie dla słuchaczy »uniwersytetu ludowego« w Askov w Danji; zaopatrzony w liczne ilustracje. Układ jest bardzo oryginalny, gdyż materjał przedstawiono w myśl rozwoju historycznego, bez względu na ścisłą systematykę. Oryginalność jego charakteryzuje już sam spis rozdziałów: Budowa świata aż do r. 1630; światło; siła; budowa świata po 1630; głos; istota światła; analiza widmowa; ciepło; magnetyzm; elektryczność aż do roku 1790; prąd elektryczny; pogoda. Dzieło wyszło także w tłumaczeniu rosyjskim (Odesa, 1908), a podobno przygotowuje się tłumaczenie polskie. Książka godna polecenia.

F. A. Schulze. Die grossen Physiker und ihre Leistungen. Lipsk, Teubner, 1910. Str. IV+108, z 5 rycinami. Cena opr. m. 1.25.

J. Keferstein. G r o s s e P h y s i k e r. Lipsk, Teubner. Str. IV + 233, z 12 rycin., 1911. Cena m. 3.

W pierwszym dziełku mowa o Galileuszu, Newtonie, Huyghensie, Faraday'u, Helmholtzu, drugie dzieło omawia Kopernika, Keplera, Galileusza, Newtona, Faraday'a, Roberta Mayera, Helmholtza. Pomimo, że w nich występują w znacznej części te same osobistości, można z wielkim pożytkiem po przeczytaniu jednej przerobić i drugą. Autor pierwszej książki kładzie większy nacisk na charakter osobisty mężów nauki, o których rozprawia, drugi zaś autor więcej na ogólne tło historyczne i poglądy naukowe. Stylem i treścią pierwsza jest nieco przystępniejsza. Polecamy gorąco obie, a zwłaszcza pierwszą z nich, tak samo dla szerszej publiczności, jak zwłaszcza dla młodzieży, która powinna odczuć osobliwy czar przy obcowaniu z najwybitniejszemi ludźmi nauki i przejąć się tym samym zapałem, który był przewodnią gwiazdą ich życia.

Odsyłamy zresztą samouków S t o p n i a II także do rozdziału S t o p n i a III, gdzie z n a j d ą n i e j e d n o d z i e ł o dla siebie odpowiednie. Wymieniamy tu jeszcze:

H. Merczyng. M i k o ł a j K o p e r n i k. Krótki zarys popularny, życie i działalność naukowa. Petersburg, K. Greudyszyński, 1898. Str. 67. Cena kop. 30.

S. O. Thompson. M i c h a e l F a r a d a y's L e b e n u n d W i r k e n. Deutsch von A. Schütter und H. Danneel, mit Porträt. W. Knapp, Halla, 1900. Str. XV + 234.

Leo Königsberger. H e r m a n n v o n H e l m h o l t z. Volksausgabe mit 2 Bildern. Vieweg, Brunświk, 1912. Str. XII + 365. Cena opr. m. 4.50.

M. Smoluchowski. L o r d K e l v i n. Odbitka z Ateneum polskiego, Lwów, 1908.

M. Centnerszwer. S z k i c e z h i s t o r j i c h e m j i. 10 wykładów popularnych, Warszawa, Wende, 1909; str. 304. Cena rb. 1 kop. 50.

Książka do czytania, dająca oprócz ogólnego poglądu historycznego i zajmujących szczegółów biograficznych także pewien zasób wiadomości pozytywnych z zakresu chemji i pokrewnych dziedzin fizyki. Rzecz dla każdego przystępna i bardzo zajmująca; zaopatrzona we wskazówki bibljograficzne.

Kistner. G e s c h i c h t e d e r P h y s i k. Sammlung Göschen, Lipsk, 1906. 2 tomiki.

Rzecz bardzo słaba, przed którą ostrzec należy, pisana widocznie

przez autora, nie znającego się ani na historji, ani na fizyce. Bezkrytyczne nagromadzenie różnych szczegółów drugorzędnych, (zwłaszcza niemieckich wynalazków!), gdy tymczasem prace fundamentalne w historji nauki, jak np. zasady mechaniki Newtona, rozwój termodynamiki i t. d. zbyto kilkuwierszowemi wzmiankami. Nie daje żadnego poglądu ogólnego, a zawiera liczne bałamuctwa rzeczowe.

c) Dzieła poświęcone popularyzacji badań naukowych i wyższych zagadnień doby bieżącej.

H. A. Lorentz. Poglądy i teorje fizyki współczesnej. (Ruchy widoczne i niewidoczne). Przełożył St. Tołłoczko. Warszawa, Wende, 1904. Str. 288. Cena rb. 1 kop. 50.

Autor, słynny twórca teorji elektronów i badacz na polu teorji kinetycznej, wydał w tej książce szereg doskonałych odczytów popularnych, z dziedziny mechaniki oraz zjawisk optycznych, cieplnych i elektrycznych. Jest to do pewnego stopnia szkic całokształtu fizyki, przedstawiony z punktu widzenia analogji ze zjawiskami mechanicznemi. Szkic ten uwydatnia oczywiście tylko główne linje zasadnicze a niektóre tylko szczegóły (jak np. teorja kinetyczna gazów, analiza widmowa, zjawisko Zeemana, elektronowa interpretacja zjawisk elektryczności) są nieco szerzej traktowane. Te części książki usprawiedliwiają użycie tytułu pierwszego w przekładzie polskim, choć całej treści właściwie lepiej odpowiada tytuł oryginału, przytoczony w nawiasach. Autor istotnie bardzo szczegółowo rozpatruje zasady dynamiki, są one wyłożone najstaranniej i najgruntowniej i służą za podstawę całego wykładu. Dzieło to można gorąco polecić jako uzupełnienie systematycznej nauki na Stopniu II. — Treść: 1) Ruchy prostolinijne. 2) Ruchy krzywolinijne. 3) Ruchy drgające, promienie świetlne. 4) Drgania świetlne. 5) Ruchy cząsteczkowe. 6) Zjawiska elektryczne. 7) O zachowaniu energji.

L. Bruner. Pojęcia i teorje chemji. Warszawa. Bibljoteka naukowa, 1905. Str. 241. Cena rb. 1 kop. 80.

Bardzo dobrze i zajmująco napisany pogląd na najważniejsze teorje naukowe chemji. Zawiera dużo materjału wspólnego fizyce (atomistyka, energietyka, elektrony). Rzecz przystępna dla wykształconych samouków Stopnia II.

Z filozofji nauk przyrodniczych, 6 wykładów. Warszawa, Wende. 1904. Str. 151. Cena rb. 1 kop. 50.

Jest to przedruk 6-ciu wykładów, popularno-naukowych, urządzonych przez profesorów Uniwersytetu Jagiellońskiego na dochód zamierzonego muzeum przyrodniczo-dydaktycznego imienia Kopernika w Krakowie. W zakres właściwej fizyki wchodzą świetne dwa odczyty prof. Witkowskiego: »O eterze« i prof. Natansona: »O teorjach materji«.

Dojrzalszym samoukom i nauczycielom szkół średnich mogą się także przydać artykuły:

M. Smoluchowski. Zarys najnowszych postępów fizyki. »Muzeum«, 23. Lwów, 1907. Str. 39.

— Dzisiejszy stan teorji atomistycznej. »Kosmos« 38, Lwów, 1913. Str. 355—373.

Wł. Natanson. Odczyty i szkice. Warszawa, Wende, 1908. Str. II + 131. Cena kop. 60.

Nadzwyczajnie zajmujące i oryginalne roztrząsania pewnych podstawowych myśli fizyki teoretycznej, wyłożone dla niefachowców językiem niezwykle wytwornym, pełnym obrazów poetyckich i trafnych analogji. Zrozumienie wszystkich szczegółów wymaga dość znacznego wykształcenia w zakresie fizyki teoretycznej (odpowiedniego Stopniowi III), ale myśli zasadnicze zrozumie także niefachowiec. Każdy czytelnik pozostanie pod wrażeniem nietylko głębokiej treści, ale także wykwintnej formy literackiej. Treść: 1. Pogląd na rodzaje zjawisk w materjalnym wszechświecie. 2. Inercja i koercja: dwa pojęcia ogólne w teorji zjawisk fizycznych. 3. O teorjach materji. 4. Szkice z zakresu fizyki elektronowej. 5. Świat widziany od strony elektrycznej.

F. Soddy. Matter and Energy. Williams and Norgate. Londyn. Str. 256. Cena szyl. 1.

Autor, znany jako wybitny badacz naukowy na polu promieniotwórczości, roztacza przed czytelnikiem obraz dzisiejszych poglądów naukowych, dotyczących budowy materji i zasad energietycznych. Zdaje sprawę z fundamentalnych zdobyczy naukowych na tym polu (np. prawo zachowania energji, system perjodyczny pierwiastków, druga zasada termodynamiki, teorja kinetyczna materji, energja chemiczna, elektrony, promieniotwórczość jako źródło energji), a także zwraca uwagę na wielkie zagadnienia, dzisiaj jeszcze czekające rozwiązania. Rzecz

napisana barwnie i żywo, nie jako traktat systematyczny, lecz jako szereg luźnych szkiców. Podziwiać należy, z jakim mistrzostwem autor zdołał wyłożyć te, częściowo tak trudne, kwestje w sposób zupełnie popularny a tak zajmujący, że zarówno specjalista, jak i każdy człowiek wykształcony przeczyta tę książkę z prawdziwą przyjemnością.

L. Poincaré. La physique moderne, son évolution. Paryż, Flammarion; str. 311. Cena fr. 3.50.

— Die moderne Physik. Übersetzt von M. und B. Brahn. Quelle und Meyer, Lipsk, 1908. Str. VIII + 260.

Książka bardzo interesująca, opisuje w sposób wierny i wyczerpujący rozwój fizyki nowoczesnej i wykazuje znaczenie teorji w tych badaniach. Niemieckie tłumaczenie przepełnione błędami drukarskiemi.

J. H. Poynting. The pressure of light. Society for promoting Christian Knowledge. Londyn, 1910. Str. 103. Cena szyl. 2.

Książeczka napisana po mistrzowsku. Omawia nowsze badania nad ciśnieniem, wywieranym przez światło na ciała, na które pada. Przedmiot należy właściwie do zakresu wyższych studjów specjalnych, został jednak przedstawiony przez autora w sposób tak przystępny, że zrozumianym być może na tym poziomie, a rzecz jest nadzwyczajnie interesująca, nietylko ze względu na zastosowanie w fizyce (młynek świetlny Crookesa i podobne przyrządy), lecz także z powodu łączących się z tym spekulacji astronomicznych.

E. Lecher. Physikalische Weltbilder. Lipsk. Th. Thomas, 1912. Str. 87. Cena opr. m. 1.50.

Zręcznie i przystępnie napisane szkice z obrębu najważniejszych i najwyższych zagadnień nauki dzisiejszej (np. problemat energji bez masy ciężkiej, znaczenie prawdopodobieństwa w fizyce i w innych działach nauki, masa pozorna, zasada względności i t. d.). Wiadomości te nie są wystarczające, ale mogą dać wyobrażenie, o co wogóle chodzi w tych sprawach, które w nauce dzisiejszej nabyły takiego rozgłosu.

Kto zresztą pragnie istotnie pozostać »au courant« postępów wiedzy, powinien regularnie czytywać czasopisma popularno-naukowe, np. »Wszechświat« (patrz dział VIII Ac Stopnia III) jeżeli z powodu braku fachowego wykształcenia (Stopień III) specjalne czasopisma naukowe nie są dla niego przystępne.

---

5. Literatura dydaktyczna.

Po epoce długotrwałego zastoju odzywają się w naszej literaturze pedagogicznej coraz donioślejsze głosy, dążące do przeprowadzenia tych reform w nauczaniu szkolnym fizyki, jakie się przyjęły na Zachodzie już oddawna. Przedewszystkim chodzi tu oczywiście o sprawę ćwiczeń praktycznych. Wyrazem tych dążeń jest, oprócz dzieł wspomnianych już na Stopniu I, szereg broszur i artykułów ogłoszonych w czasopismach, na które w tym miejscu przedewszystkim zwracamy uwagę osób zajmujących się dydaktyką fizyki.

B. Błażek. Praktyczne ćwiczenia przy nauce fizyki w szkole średniej. Odbitka ze Sprawozdania gimnazjum w Przemyślu. 1908. Str. 15.

Przeważną część broszury zajmują rozważania teoretyczne ćwiczeń i stosunku ich do nauki szkolnej. Przy końcu autor opowiada, jak wobec braku osobnej sali urządził takie ćwiczenia: w zwykłej sali szkolnej przy stołach, które przyśrubowywano na czas ćwiczeń do ławek szkolnych. Widać z broszury zapał nauczyciela, radzącego sobie własnemi siłami. Tematów przerabianych nie podaje.

S. Landau. Ćwiczenia z fizyki w szkole średniej. Wiadomości matematyczne. T. 12. Dodatek. Str. 39—46. 1908.

Są to rozważania o użyteczności takich ćwiczeń i o sposobie stopniowego ich wprowadzania.

Bardzo trafne uwagi co do metody nauczania fizyki wraz z programem nauki znajdują się w »Sprawozdaniu podkomisji fizycznej Koła matematyczno-fizycznego« (referent S. Landau), zawartym w broszurze p. t.:

Referat Komisji programowej Koła mat.-fiz. Odbitka z Wiadomości matematycznych. T. 15. Str. 24. Warszawa, 1911.

A. Łukasiewicz. Warsztaty studenckie. Muzeum, 26, II. Str. 133—151. 1910.

I. Paczowski. Ćwiczenia w pracowni fizykalnej i szkoła zręczności. Muzeum, 23, II. Str. 34—45. 1907.

— Pracownie fizykalne dla uczniów zagranicą i u nas. Muzeum, 26, I. Str. 248—279. 1910.

Bardzo dobry artykuł, informujący o stanie tej sprawy zagranicą, oparty na literaturze przedmiotu oraz na spostrzeżeniach własnych, dokonanych przez autora w szkołach niemieckich, a zakończony sprawozdaniem o ćwiczeniach w szkole zręczności, urządzonej przez autora.

A. M. Sadzewiczowa. Pracownia fizyczna w zakresie potrzeb szkoły średniej. Wychowanie, 1909. Str. 431—436.

Dotyczy głównie wzorów angielskich i amerykańskich na tym polu.

J. Sianożęcki. Pracownia fizyczna przy mławskiej szkole handlowej. Wektor, T. 1. Str. 172—176. 1912.

Referuje o urządzeniu pracowni i o prowadzeniu ćwiczeń w tej szkole.

K. Służewski. Pracownia fizyczna. Szkoła, 1906. Str. 275—279.

Podaje wiadomości o urządzeniu takiej pracowni w szkole handlowej Zgromadzenia kupców w Warszawie. Pracownia została później uzupełniona i ćwiczenia prowadzą się w szerszym zakresie, co opisuje Borowski w artykule wymienionym poniżej.

W. Borowski. Ćwiczenia praktyczne z fizyki w szkole średniej. Wiadomości matematyczne. T. 14. Str. 77—89. 1910.

W. Werner. Jak zapoczątkować pracownię fizyczną. Wychowanie w domu i w szkole. V. Str. 299—307. 1912.

Polecamy ten artykul uwadze nauczycieli, podejmujących pierwsze próby na tym polu. Zawiera spis zadań wraz z podaniem przyrządów potrzebnych do każdego ćwiczenia i ze wskazaniem książek, gdzie można znaleźć jego opis.

Sprawozdanie z Pracowni fizycznej przy Kole matematyczno-fizycznem. Wiadomości matematyczne. T. 15. Dodatek. Str. 93—97. 1911.

Opisuje, jak prowadzono ćwiczenia w tej nowozałożonej pracowni w roku szkolnym 1909/10.

Pracownia fizyczna dla ćwiczeń własnoręcznych przy Kole matematyczno-fizycznem. Odbitka z Wychowania, 1912, 1913.

Są to sprawozdania o założeniu i rozwoju poprzednio wspomnianej pracowni w latach 1911, 1912. Początkowo prowadzono ćwiczenia sposobem »mieszanym«. Powiększenie liczby przyrządów jednakowych umożliwiło stopniowe przejście do systemu ćwiczeń »równoległych«. Pracownia owa jest instytucją niezmiernie pożyteczną, a prawie niezbędną dla osób prywatnych i mniejszych zakładów wychowawczych, które nie rozporządzają środkami do zakładania własnych pracowni. Życzyć trzeba jej jak najlepszego powodzenia i poparcia ze strony społeczeństwa.

Warsztaty Jordanowskie. Referaty czytane na II Zjeździe kierowników warsztatów Jordanowskich we Lwowie. Muzeum, 27. Dodatek VII. 1911.

Nauki matematyczno-przyrodnicze. Kraków, 1908. Drukarnia A. Koziańskiego.

Jest to broszura ulotna, zawierająca propozycje co do celu, metody i ogólnikowego programu tych nauk w szkole realnej, ułożona przez komitet krakowski Towarzystwa nauczycieli szkół wyższych. Ustęp dotyczący fizyki jest owiany duchem prawdziwie nowoczesnym. — Szczegółowy program fizyki, opracowany w myśl tych zasad zawiera:

Projekt planu naukowego 8-o klasowej szkoły realnej w Galicji, ułożony przez Komisję nieustającą planów i książek

szkolnych Towarzystwa Nauczycieli Szkół Wyższych«, wydany jako dodatek 11 do »Muzeum« 1913.

Poprzedzony jest memorjałem w tej sprawie, wniesionym do Rady szkolnej krajowej, który bardzo trafnie przedstawia ogólne znaczenie nauk matematyczno-przyrodniczych, jako czynnika wychowawczego, nadzwyczaj ważnego dla życia.

Z zakresu bogatej bardzo obcej literatury dydaktycznej polecamy przedewszystkim systematyczny podręcznik:

E. Grimsehl. Didaktik und Methodik der Physik. Aus Baumeisters Handbuch der Erziehungs- und Unterrichtslehre für höhere Schulen (VI+115 str.). O. Beck, Monachjum, 1911, str. VI+115. Cena m. 3.

Składa się z trzech rozdziałów: w I (ogólnym) autor omawia cel i znaczenie fizyki, oraz stosunek jej do innych nauk. W rozdziale II omawia warunki konieczne dla skuteczności nauki, jak: wykształcenie nauczyciela, środki naukowe, sposób prowadzenia nauki, doświadczenia, ćwiczenia uczniowskie. W rozdziale III autor przechodzi kolejno wszystkie części fizyki i podaje uwagi dydaktyczne, odnoszące się do nich. Przy końcu dodaje zasady i program nauczania, opracowane przez komisję Towarzystwa przyrodników i lekarzy niemieckich w r. 1905 oraz plan wyższych szkół realnych w Bawarji z r. 1907, które pod względem nauczania fizyki stoją znacznie wyżej od większej części innych niemieckich szkół średnich. Plan ten jest o tyle oryginalny, że postępuje w myśl stopniowania trudności dydaktycznych i rozwoju umysłowego ucznia, z zupełnym pominięciem konwencjonalnego podziału fizyki.

Dzieło to jest jedynym prawdziwie nowoczesnym opracowaniem dydaktyki i fizyki w literaturze niemieckiej, a ukazało się w chwili, kiedy ten dział nauczania w Niemczech znajduje się w fazie zupełnego przekształcania, wskutek wprowadzania reform oddawna pożądanych. Rzecz naturalna, że znajdują się szczegóły, co do których zdania mogą być podzielone. Referent pragnąłby naogół, żeby jeszcze większy nacisk położono na konieczność ćwiczeń praktycznych, zwłaszcza w niższych klasach i na organiczne połączenie ich z całym tokiem nauki, jak to jest w szkołach angielskich i amerykańskich. W każdym

razie trzeba jednak uznać nowoczesne tendencje tej książki, której autor należy do pjonjerów reformy szkolnej. Mnóstwo trafnych uwag dydaktycznych świadczy o długoletniej jego praktyce zawodowej i o wmyśleniu się w psychologję uczniów. Jest to więc naogół doskonała praca, którą każdy nauczyciel fizyki u nas powinien poznać koniecznie. Tłumaczenie polskie przygotowuje się w Warszawie.

Z innych dzieł niemieckich wymieniamy jako uzupełnienie wywodów metodycznych:

H. E. Timerding. Die Mathematik in den physikalischen Lehrbüchern. Teubner, Lipsk, 1910. Str. 110. Cena m. 2.80.

Książka również bardzo interesująca, którą polecamy uwadze nauczycieli fizyki. Ogólną jej tendencją jest żądanie większej ścisłości w formułowaniu definicji i w przeprowadzaniu wywodów matematycznych, niż to się zazwyczaj spotyka w podręcznikach elementarnych. Autor porównywa i krytykuje bardzo trafnie różne sposoby wykładu, napotykane w podręcznikach najwięcej używanych. Niektóre zdania autora grzeszą może nieco przesadną formalistyczną pedanterją, naogół jednak kierunek przez niego reprezentowany trzeba powitać, jako reformę bardzo pożądaną.

W. Leick. Die praktischen Schülerarbeiten in der Physik. Wyd. 2. Quelle und Meyer. Lipsk, 1910. Str. 49.

Przeważną część broszurki zajmują ogólne rozważania o sposobie, jak powinny być prowadzone ćwiczenia fizyczne. Oprócz tego autor omawia kilka specjalnych przykladów dla bliższego objaśnienia metody dydaktycznej. Ogólna tendencja tej pracy jest bardzo chwalebna, a użyteczny jest także szczegółowy wykaz niemieckiej literatury tego przedmiotu, dołączony przy końcu.

Jedno z najważniejszych dzieł, które każdy nauczyciel fizyki powinien znać i używać, jest:

H. Hahn. Handbuch für physikalische Schülerübungen. Berlin, Springer, 1909. Str. XV+507. Cena m. 22.

Dzieło oparte na doświadczeniach, które autor zebrał podczas prowadzenia ćwiczeń praktycznych w szkole średniej i w kursach t. zw. Starej Uranji w Berlinie oraz przy badaniu urządzeń w szkołach angielskich i amerykańskich, które na polu dydaktyki fizyki tak bardzo wyprzedziły szkoły kontynentu europejskiego. Przeznaczone jest dla nauczyciela i daje mu szczegółowe wskazówki co do prowadzenia tego rodzaju ćwiczeń. Każde ćwiczenie omówione jest według następującego schematu: zadanie, literatura podręcznikowa, przyrządy potrzebne, wyko-

nanie (w formie rozkazującej, skierowanej do ucznia), uwagi. W ten sposób autor omawia 211 zadań z dziedziny fizyki. Przy końcu jest dodatek, zawierający ogólne uwagi o sposobie prowadzenia takich ćwiczeń, szczegółowy spis przyrządów ze wskazaniem zadań, do których są potrzebne, oraz bardzo dokładny spis literatury niemieckiej, angielskiej i francuskiej, odnoszącej się do ćwiczeń laboratoryjnych z zakresu fizyki. Dzieło opracowane bardzo starannie, z niemiecką gruntownością. Wydanie tej samej książki przeznaczone dla ucznia, p. t. Leitfaden für praktische Schülerübungen, skrócone przez opuszczenie uwag przy doświadczeniach oraz ogólnego dodatku, wymieniliśmy już na str. 121.

E. Grimsehl. Ausgewählte physikalische Schülerübungen. Teubner, 1906. Str. III+42. Cena m. 0.80.

Autor opisuje sposób prowadzenia ćwiczeń fizycznych i podaje kilka ćwiczeń, głównie z zakresu optyki, dających się wykonać przy pomocy przyrządów stosunkowo prostych.

H. Alt. Schülerübungen zur Einführung in die Physik. Teubner, Lipsk, 1910. Str. VIII+106. Cena opr. m. 2.60.

Podręcznik do elementarnego nauczania fizyki przy pomocy ćwiczeń laboratoryjnych, sposobem używanym w bawarskich szkołach ludowych.

K. T. Fischer. Der naturwissenschaftliche Unterricht in England, insbesondere in Physik und Chemie. Lipsk, Teubner, 1901. Str. VIII+94. Cena opr. m. 3.60.

Rzecz bardzo interesująca dla każdego nauczyciela. Jest to sprawozdanie z metod nauczania nauk przyrodniczych, a przedewszystkim fizyki i chemji, w Anglji — oparte poczęści na odpowiedniej literaturze, poczęści na osobistych spostrzeżeniach autora, dokonanych tam podczas kilkakrotnego pobytu, poświęconego specjalnie temu celowi. Jakkolwiek autor ogranicza się do referowania i nie występuje ze zdaniem osobistym, widać, że stał się gorącym zwolennikiem ćwiczeń doświadczalnych, które tam służą za podstawę całej nauki; zachowuje jednak objektywność sądu i, podkreślając wielką doniosłość metody heurystycznej [1]), przytacza przecież także głosy, ostrzegające przed

---

[1]) Patrz dzieło Armstronga, cytowane na str. 94.

przesadą w dosłownym jej stosowaniu. Dzieło to zawiera mnóstwo cennych informacji, spis literatury angielskiej z tego zakresu, programy nauki, opisy pracowni i t. d. Przyczyniło się ono bardzo do obecnej reformy nauki w Niemczech. Niech i nasi nauczyciele z niego się dowiedzą, jak prowadzono naukę w Anglji przed laty 14-tu i niech porównywają, jak ona dzisiaj jeszcze u nas się odbywa. Polecamy tę książkę zwłaszcza tym, dla których źródła angielskie nie są dostępne.

Szczegółowe informacje o planie nauki fizyki i chemji w Anglji znaleźć można w opracowanym w r. 1898 przez komitet nauczycieli:

Syllabus of an Elementary Course of Physics and Chemistry.

Syllabus of an Advanced Course of Physics and Chemistry. Londyn, Whittaker. Cena każdego 3 pensy.

Według obu programów nauka prawie w całości polega na własnoręcznych doświadczeniach uczniów. Program dla wyższych klas przeznaczony jest dla chłopców 15—17-letnich. Programy te były miarodajne dla nauki fizyki, udzielanej w szkołach średnich w ostatnim dziesięcioleciu. Obecnie w porównaniu z niemi już zaznaczył się pewien dalszy postęp.

Bardzo szczegółowy pogląd na dzisiejszy stan szkolnictwa angielskiego pod względem nauczania fizyki daje:

Report on Science Teaching in Public Schools. Londyn 1912, którego autorem jest O. H. Latter (ze szkoły Charterhouse). Opisuje w sposób wyczerpujący, jak prowadzone są ćwiczenia laboratoryjne.

Bardzo cenny materjał do dydaktyki fizyki zawierają, — oprócz bieżących czasopism, (jak Wektor, Zeitschrift für physikalischen und chemischen Unterricht, p. Stopień III, The School World. (Macmillan. Londyn) i t. d.):

Abhandlungen zur Didaktik und Philosophie der Naturwissenschaften. Berlin. Springer.

Są to rozprawy, wydawane w związku z wyżej wymienionym czasopismem »Zeitschrift«. Pierwszy tom (1906) zawiera między innemi dwa bardzo cenne artykuły, które można nabyć osobno:

K. T. Fischer. Über den physikalischen Unterricht bei uns und im Auslande.

Jest to ważne uzupełnienie książki tego samego autora, wyżej wymienionej; uwzględnia przedewszystkim kraje inne poza Anglją, jak Francję Holandję, Amerykę i t. d.

H. Hahn. Wie sind die physikalischen Schülerübungen praktisch zu gestalten.

Omawia szczegółowo urządzenia pracowni, koszta ćwiczeń i t. p. Tej samej kwestji dotyczy broszura tegoż autora:

H Hahn. Die Zeit- und Kostenfrage der physikalischen Schülerübungen. Lipsk, Quelle & Meyer, 1910.

Materjał informacyjny do nauki fizyki w niemieckich seminarjach nauczycielskich daje broszura:

K. Umlauf. Mathematik und Naturwissenschaften an den deutschen Lehrerbildungsanstalten. Lipsk, Teubner, 1912. Str. 124.

Widać z niej wielką nierównomierność urządzenia seminarjów, w które prądy nowoczesne przenikają naogół powoli. I tu jednak znajdujemy przykłady, napawające nas zazdrością.

Z zakresu amerykańskiej literatury dydaktycznej wymieniamy inteteresującą książkę:

C. R. Mann. The Teaching of Physics for Purposes of general Education. Macmillan. Nowy York, 1912.

Książka napisana bardzo dobrze; powinna żywo zająć każdego nauczyciela fizyki. Co prawda, oceni ją należycie i wyciągnie z niej wnioski właściwe jedynie ten, kto zna specjalne stosunki amerykańskie, różniące się najzupełniej od naszych. Bardzo trafna jest naogół krytyka autora dawniejszych, a częściowo i dzisiejszych metod uczenia; pouczające są liczne wyjątki z podręczników, jako przykłady, jak nie trzeba uczyć fizyki elementarnej. Podobnie i z naszych polskich podręczników możnaby przytoczyć niejeden taki przykład, który rozpoczyna się od pustych abstrakcyjnych definicji oraz ogólnych twierdzeń natury teoretycznej, a później dopiero przechodzi do wniosków o zjawiskach namacalnych, zamiast postępować drogą odwrotną. Również ciekawa jest krytyka sposobu, jak zwykle się odbywają ćwiczenia laboratoryjne. Wprawdzie i to już jest niezmierny postęp, że we wszystkich szkołach Stanów Zjednoczonych uczniowie przerabiają takie ćwiczenia, ale korzyści są naogół jeszcze za małe, gdyż ćwiczenia są zbyt szablonowe, a tematy ich zanadto oderwane od życia codziennego; wskutek tego uczniowie zbyt mało się niemi interesują i nie potrafią należycie ocenić znaczenia otrzymanych wyników. Dążeniem, autora jest »zbliżyć naukę fizyki do codziennego życia ucznia« i wskutek tego zwiększyć jego zainteresowanie się przedmiotem. Autor podaje różne zagadnienia natury praktycznej, które uważa za odpowiednie punkty wyjścia dla nauczania. Naogół jego wywody bardzo trafiają nam do przekonania, uderza nas tylko niemile rys czysto amerykański: zbyt wyraźne podkreślanie kwestji techniczno-utylitarnych, mających służyć jako jedyny sposób zaciekawiania ucznia. Zrozumieć się to da, zważywszy, że autorowi chodzi o naukę w t. zw. high-schools, odpowiadających, wbrew znaczeniu słowa, niższym i średnim klasom naszych szkół średnich [1]). W naszych

---

[1]) Jest ich przeszło 10.000 na 90 miljonów ludności Stanów Zjednoczonych; w tych szkołach ogromna masa ludności zdobywa pewne wykształcenie ogólne, a potym oddaje się przeważnie zajęciom praktycznym, tylko bar-

szkołach średnich powinno się dążyć przeciwnie do wzbudzenia zaciekawienia samym przedmiotem i do wzbudzenia zapału idealistycznego. Powtarzamy, że rzecz zawiera mnóstwo myśli doskonałych, choć są i takie, na które nie zgadzamy się żadną miarą.

Doskonały pogląd na wysoki poziom, jaki szkolnictwo amerykańskie osiągnęło już przed 12-tu laty w zakresie fizyki i chemji, daje także ciekawa książka:

A. Smith and **E. Hall.** The Teaching of Chemistry and Physics in the Secondary School. Nowy York, Longmans, Green and Co. 1902. Cena szyl. 6.

Jako podręczniki do techniki doświadczeń fizycznych polecamy:

F. C. G. Müller. Technik des physikalischen Unterrichts nebst Einführung in die Chemie. Berlin, Salle, 1906. Str. 370. Cena m. 7.

Podręcznik ten daje nauczycielowi wskazówki praktyczne co do nauczania fizyki przy pomocy doświadczeń pokazowych. Dzieło jest rozmiarami znacznie szczuplejsze od cytowanej na Stopniu III książki Weinholda i dostosowane jest do skromniejszych środków materjalnych, co uważamy za wielką zaletę, nie tylko pod względem praktycznym, ale i dydaktycznym. Wogóle autorowi nie chodzi o urządzenie teatru fizycznego, lecz o pokazanie doświadczeń prostych a pouczających. Przeważna część książki wypełniona jest opisami tych doświadczeń, oraz uwagami dydaktycznemi, które naogół są bardzo trafne i widocznie wynikły z długiej praktyki nauczycielskiej. Rozdział o ogólnych urządzeniach pracowni i najczęstszych manipulacjach warsztatowych tworzy wstęp książki. Przy końcu dołączony jest krótki rozdział o chemji. Czytelnikom niemieckim mogą się przydać liczne wskazówki co do firm dostarczających pewnych przyrządów (choć przeciwko autorowi podniosły się zarzuty partyjności). Dla nas wskazówki te nie mają znaczenia. Dzieło to bardzo polecamy wszystkim nauczycielom, tylko ostrzegamy, żeby nie sądzili, iż wyczerpuje ono »technikę

---

dzo mały procent przechodzi z nich do Colleges (nasze wyższe gimnazja) i uniwersytetów.

nauki fizyki«, autor bowiem nie uwzględnił w nim wcale ćwiczeń uczniowskich, które według dzisiejszego stanowiska dydaktycznego powinny być organicznie splecione z nauką.

Doskonałym dziełem nieco innego rodzaju jest:

H. Abraham. Recueil d'expériences élémentaires de physique. Dwa tomy. Paryż, Gauthier-Villars. 1904. Cena (karton.) fr. 12.50, oraz niemieckie jego opracowanie p. t.:

K. Schreber — P. Springmann. Experimentierende Physik. 2 tomy. Lipsk, Barth. 1906. Cena m. 13.20.

Po reformie systemu nauczania fizyki we Francji w r. 1902 powstała myśl stworzenia zbioru o ile możności prostych a pouczających doświadczeń fizycznych. W tym przedsięwzięciu, zorganizowanym przez francuskie Towarzystwo fizyczne, wzięło udział 172 współpracowników wszystkich narodowości. Doświadczenia tak zebrane są opisane w owej książce, zredagowanej przez H. Abrahama. Niemieccy autorowie wprowadzili pewne zmiany dla osiągnięcia większej jednolitości. Doświadczenia są w znacznej części tylko jakościowe, dlatego książka nie może zastąpić podręczników do ćwiczeń ilościowych (w rodzaju Gregory'ego i Simmonsa, Hahna i t. p.), ale uzupełnia je w bardzo szczęśliwy sposób. Pierwszy tom zawiera: prace warsztatowe, mechanikę ciał stałych, ciekłych i gazowych, akustykę, ciepło. Drugi tom: prace »biurkowe« (rysunkowe i rachunkowe), optykę, elektryczność i magnetyzm, tablice. Niektóre z doświadczeń ilustrują takie zjawiska, jakie wchodzą w zakres Stopnia III.

Również bardzo użytecznym dla nauczycieli i samouków jest dzieło:

H. Hahn. Physikalische Freihandversuche, unter Benutzung des Nachlasses von B. Schwalbe zusammengestellt und bearbeitet. Berlin. O. Salle.

I Teil: Nützliche Winke, Mass und Messen, Mechanik fester Körper. Str. 187, m. 3.

II Teil: Eigenschaften d. Flüssigkeiten und Gase. Str. 293, m. 5.

III Teil: Licht. Str. 405, m. 7.

Autor podał te pouczające doświadczenia, dające się wykonać bez pomocy przyrządów skomplikowanych, w tym celu,

»ażeby nauczyciel nawet w szkole wiejskiej mógł wykładać fizykę sposobem doświadczalnym«.

Wreszcie zwracamy uwagę nauczycieli na dział IV Stopnia III-go, w którym omawiamy dzieła wyższego poziomu i obszerniejszego zakresu.

---

6) Podręczniki uwzględniające zastosowanie techniczne.

Podajemy jeszcze wykaz dzieł niższego i średniego poziomu, mogących się przydać osobom, zajętym w zawodach praktycznych, zbliżonych do fizyki, które się interesują więcej zastosowaniami technicznemi nauki, niż jej zagadnieniami teoretycznemi. Dzieła ogólne: **Heilpern,** Krótki wykład fizyki, str. 92; **Pfaundler,** Physik d. täglichen Lebens, str. 90; **Nussbaumowa** i **Silberstein,** Siły przyrody, str. 134; Mechanika: **Straszewicz,** Mechanika, str. 85; **Lauenstein,** Podręcznik mechaniki, str. 123; Ciepło: **Żłobicki,** Wiek pary i elektryczności, str. 86; **Vater,** Dampf und Dampfmaschinen, Stopień III i t. d.; Elektryczność: **Sporzyński,** Dziwy elektryczności, str. 127; **Claude,** Schule der Elektrizität, str. 128; **Graetz,** Elektryczność, str. 129; **Szapiro,** Oświetlenie elektryczne, str. 132; **Straszewicz,** Światło elektryczne, str. 132; **Rosenberg,** Elektrotechnika prądu silnego, str. 132; **Lutosławski,** Prąd elektryczny, str. 133; **Jamieson,** Zasady magnetyzmu i elektryczności, Stopień III.

Ostrzegamy jednak takich samouków usilnie przed lekceważeniem wykształcenia teoretycznego. Również człowiek, mający na oku cele wyłącznie praktyczne, niezmiernie wiele sobie oszczędzi pracy i niepowodzeń, jeżeli z całą energją dążyć będzie do nabycia gruntownego wyszkolenia teoretycznego. O ile tylko czas i sposobność się nadarza, powinien koniecznie przejść sumiennie kurs nauki Stopnia II, a o ile możności powinien zdobyć z czasem przynajmniej podstawowe wiadomości Stopnia III-go.

WSTĘP DO STOPNIA III.

TREŚĆ:

1. Charakterystyka Stopnia III. — 2. Kategorje samouków. — 3. Niezbędne przygotowanie: z zakresu rachunku różniczkowego i całkowego. — 4. Znaczenie teorji równań różniczkowych. — 5. Przygotowanie z innych działów matematyki. — 6. Plan studjów: Wykłady uniwersyteckie fizyki doświadczalnej i teoretycznej. — 7. Metoda samouctwa. — 8. Rodzaje podręczników. — 9. Studjowanie zagadnień specjalnych, seminarja. — 10. Ćwiczenie się w pracy doświadczalnej. — 11. Urządzenie pracowni. — 12. Uwagi ogólne o samodzielnej pracy naukowej.

---

1. W żadnej innej nauce przepaść, dzieląca Stopień I i II od III, nie jest chyba tak wielka, jak w fizyce. Przepaść tę stwarza przedewszystkim stosowanie na poziomie Stopnia III metod t. zw. matematyki wyższej, której pojęcia są tak ściśle splecione z istotą najważniejszych, podstawowych praw fizyki, że bez pewnego wyrobienia matematycznego nie może być wogóle mowy o zupełnym zrozumieniu pojęć zasadniczych i twierdzeń fizyki. Oto np. naukowa definicja siły mechanicznej: »iloczyn z masy i z przyśpieszenia«. Przyśpieszenie jednak jest to »pochodna prędkości względem czasu«. Czy może to zrozumieć ten, kto nie jest oswojony z pojęciem pochodnej? Trudności tego samego rodzaju dotyczą nietylko tego zasadniczego pojęcia, na którym się opiera cała mechanika i dziedziny z nią związane, lecz tak samo np. pojęć: pracy, potencjału, energji, entropji i t. d. Stopień I i II są tylko przygotowaniem do właściwej fizyki, która sama w swej istocie nie jest elementarna.

Ten naukowy poziom fizyki, polegający na stosowaniu metod naukowych, jej właściwych, a więc związanych ze stosowaniem matematyki wyższej, określamy zatym, jako Stopień III. Hjeroglify matematyczne w podręcznikach tego poziomu są skuteczniejszym środkiem, chroniącym naukę przed profanami, niż mur chiński. Nie znaczy to jednak, żeby wszystkie podręczniki musiały być niemi przepełnione, wszak zaliczamy do nich nawet niektóre dzieła, nie zawierające żadnych wzorów matematycznych, wymagające przecież do zupełnego zrozumienia dojrzałości i ścisłości myślenia, jakie tylko nadają wyższe studja matematyczne.

2. Sądzimy, że poniekąd wszystkie wogóle osoby, studjujące fizykę na poziomie III, można nazwać samoukami, gdyż w wyższych zakładach naukowych, które właśnie uprawiają ten poziom nauki, wykłady profesorów mają raczej na celu zainteresowanie przedmiotem i ułatwienie jego zrozumienia, studenci zaś są w znacznie wyższym stopniu pozostawieni samym sobie, niż uczniowie szkoły średniej. Profesorowie nie uczą swego przedmiotu tak, jak w szkole średniej, lecz ograniczają się do wykładania pewnych działów i nie kontrolują przytym wcale stopnia współpracownictwa studentów. Studenci mają zatym wszelką swobodę ułożenia sobie szczegółowego planu nauki, która polega ostatecznie zawsze na samouctwie. W zakresie Stopnia III rozróżnić można następujące kategorje samouków:

1) Osoby przejęte zamiłowaniem do fizyki i zamierzające poświęcać się pracy naukowej w tym kierunku, czyli »specjaliści naukowi«.

2) Osoby kształcące się na nauczycieli fizyki w szkołach średnich, czyli »kandydaci nauczycielscy«. Uprawiają oni zwykle w równej mierze fizykę i matematykę, gdyż te blizko pokrewne przedmioty tworzą w szkole średniej jedną grupę.

Kto matematykę obiera za cel samoistny, powinien także fizykę przerobić w takim samym zakresie, aby poznać źródło, z którego płynęły i płyną nieraz pobudki do zasadniczego postępu matematyki. Obie te kategorje (1 i 2) muszą się zapoznać

gruntownie z »podstawami« [1]) fizyki na Stopniu III i mają bardzo pokrewne aspiracje aż do pewnego punktu, od którego oddziela się w jedną stronę »specjalizacja naukowa«, w drugą zaś rozpoczyna się uzupełnienie wykształcenia pedagogiczno-dydaktycznego.

3) Osoby, dążące do wykształcenia naukowego w dziedzinach, opierających się na fizyce, jak astronomja, meteorologja, chemja, mineralogja, powinny obznajmić się gruntownie (»podstawy«) przynajmniej z temi działami fizyki, które są w bliższym związku z ich nauką fachową, podczas gdy resztę mogą traktować pobieżniej (»początki«). Podobnież dla przyrodników, uprawiających nauki biologiczne, bardzo jest pożądane wykształcenie, odpowiadające choćby początkom Stopnia III (Powinno ono obejmować przynajmniej zakres »Zasad fizyki« WITKOWSKIEGO, a w pewnych punktach sięgać jeszcze głębiej).

4) Studenci, kształcący się w zakresie umiejętności technicznych (inżynierowie, konstruktorowie maszyn, elektrotechnicy, górnicy i t. p.), których istota polega na stosowaniu fizyki do celów życia praktycznego. Wskutek wielkiej specjalizacji tych umiejętności studenci ograniczają się zazwyczaj do gruntownego przerobienia działów fizyki dla ich zawodów najważniejszych, pobieżniej traktując resztę. Wskazówki co do tego przedmiotu można znaleźć w schemacie nauk technicznych, str. 30.

5) Wreszcie należy wspomnieć o osobach, którym nie chodzi o fachowe opanowanie fizyki we wszystkich szczegółach, gdyż nie miałyby sposobności stosować tych wiadomości w swym zawodzie, lecz które pragną posiąść ogólny pogląd na rozwój tej nauki i chcą się zapoznać z właściwemi metodami naukowemi, zorjentować się w prądach naukowych doby bieżącej, i to z większą gruntownością, niż to umożliwia Stopień II. Zaliczamy do nich między innemi osoby, zajmujące się fachowo filozofją, a zwłaszcza pewnemi jej gałęziami, jak teorja poznania, logika, metodologja. Do nich uwagi nasze, odnoszące się do

---

[1]) Wyrazów »początki, podstawy, specjalizacja« używamy w niniejszym artykule konsekwentnie do oznaczenia trzech, coraz wyższych poziomów w obrębie Stopnia III.

zakresu przygotowania przedwstępnego, będą się stosować z nieco mniejszym rygorem, niż do innych kategorji. Natomiast tym ważniejsze są dla nich działy pokrewne z filozofją oraz z historją. Radzimy jednak samoukom tej kategorji, aby choć w jednej, ograniczonej dziedzinie fizyki posunęli się aż do studjów »specjalnych«, gdyż inaczej nie potrafią we właściwy sposób ocenić spraw, związanych z metodą nauki.

3. Samoucy wszystkich wymienionych kategorji powinni przed rozpoczęciem studjów w zakresie Stopnia III koniecznie nabyć dostatecznego przygotowania pod dwojakim względem. W obrębie fizyki powinni posiadać wykształcenie, które określiliśmy jako Stopień II; z matematyki zaś, zgodnie z tym, co wyżej powiedziano, potrzebna jest pewna znajomość początków t. zw. matematyki wyższej (Stopień III).

Przedewszystkim wymienić trzeba rachunek różniczkowy i całkowy, jako narzędzie najniezbędniejsze do nauki fizyki wyższej. Kto zamierza zajmować się głównie fizyką doświadczalną, bez tych działów matematyki także nie może obejść się. Przytaczają czasami FARADAY'A, jako przykład wybitnego badacza bez fachowego wykształcenia matematycznego. Nie dowodzi to jednak zbędności matematyki wyższej. Po pierwsze: FARADAY wprawdzie nie nauczył się operować symbolami matematycznemi ale, jak słusznie MAXWELL wyraził się, posiadał wyjątkową intuicję matematyczno-gieometryczną; po drugie: cała fizyka dziś przecież zupełnie odmiennie się przedstawia, niż za czasów FARADAY'A: usystematyzowanie i uporządkowanie faktów doświadczalnych przy pomocy analizy matematycznej od jego czasów zrobiło ogromne postępy.

Dzisiaj, w myśl planów reformy nauczania matematycznego, zaczynają już w wyższych klasach szkół średnich wprowadzać początki rachunku różniczkowego i całkowego, zwracając równocześnie baczniejszą uwagę na formy funkcji matematycznych (Angewöhnung zum funktionalen Denken), co jest ogromnie ważne dla fizyki, gdyż tutaj właśnie chodzi o formę praw fizycznych; na niej polegają wszelkie analogje zjawisk, ona stanowi właściwą treść nauki. To też uważamy

tę reformę za nadzwyczajnie pożądaną, z punktu widzenia fizyki, jakkolwiek skuteczne jej przeprowadzenie wymaga od nauczycieli znacznie wyższych kwalifikacji, niż dotychczasowy sposób nauki.

Ponieważ rachunek różniczkowy jest owym kluczem, otwierającym podwoje prawdziwej nauki, zrozumiemy, że fizyk pragnie jak najszybciej poznać to narzędzie i nabyć wprawy w jego stosowaniu, pozostawiając na razie na uboczu różne kwestje teoretyczne, które dla matematyka fachowego mają wielkie znaczenie z punktu widzenia nauki czystej [1]).

Dlatego wykłady uniwersyteckie matematyki wyższej często nie odpowiadają potrzebom fizyka, gdyż przy gruntownej nauce, roztrząsającej obszernie wszelkie subtelności i czyniącej zadość nowoczesnym wymaganiom co do ścisłości naukowej, upłynąć mogą dwa lub trzy lata, zanim uczeń przerobi rachunek różniczkowy i dojdzie do początków rachunku całkowego i tym samym dopiero wtedy zdobędzie przygotowanie, umożliwiające mu racjonalne studjowanie fizyki. Bardzo więc pożądane są specjalne kursy »propedeutyki matematyki wyższej« dla fizyków, chemików, przyrodników, jakie wprowadzono na różnych uniwersytetach; dają im one chociaż powierzchowny pogląd na rachunek różniczkowy, całkowy i równania różniczkowe.

Samouk w ściślejszym znaczeniu słowa, znający tylko matematykę elementarną i zmuszony bez cudzej pomocy przebić mur, okalający tajemnicze krainy matematyki wyższej i fizyki,

---

[1]) Do nich należą między innemi t. zw. »Existenzbeweise«, to znaczy dowody, że pewne dane zagadnienie posiada rozwiązanie. Fizyk uważa taki dowód za zupełnie obojętny, jeśli nie dowie się równocześnie, jak owo rozwiązanie może znaleźć. A nawet rozwiązanie samo żadnej mu nie przyniesie korzyści, jeżeli nie da się wyrazić w formie przejrzystej, przydatnej do zastosowania. Często w fizyce przybliżone rozwiązanie posiada wyższość nad dokładnym i główne zadanie polega na tym, żeby osądzić, co w danym wypadku wolno pominąć.

Czytelnik nie powinien się dziwić pewnej różnicy, objawiającej się we wskazówkach dydaktycznych tego ustępu, w porównaniu z rozdziałem o matematyce, gdyż tutaj chodzi nam wyłącznie o użyteczność praktyczną matematyki, jako klucza do fizyki wyższej (patrz też str. 58).

ma przed sobą zadanie trudne, wymagające wytężenia umysłu i woli. Radzimy jednak usilnie, ażeby nie zrażał się pozorną odmiennością metody rozumowania niższej a wyższej matematyki i żeby sumiennie i cierpliwie przerobił do końca podręcznik rachunku różniczkowego i całkowego, zanim się zabierze do właściwej fizyki wyższej. Świeżo ukazała się książka, która jako najprzystępniejsza z dzieł polskich, znakomicie ułatwić może samoukowi takie przygotowanie:

A. E. H. Love. Zasady rachunku różniczkowego i całkowego. Tłumaczył Stanisław Kalinowski i Władysław Wojtowicz. Warszawa. Centnerszwer. 1912. Str. 225. Cena w opr. rb. 2.10.

Książka ta powstała z szeregu wykładów fizyka angielskiego, przeznaczonych dla chemików i inżynierów, i obejmuje minimum wiadomości, potrzebnych do rozpoczęcia fizyki teoretycznej.

Oprócz niej polecić można również:

W. Nernst und **A. Schönflies.** Kurzgefasstes Lehrbuch der Differenzial- und Integralrechnung mit besonderer Berücksichtigung der Chemie. Monachjum i Berlin. Oldenburg. Wyd. 6; str. 400. Cena w opr. m. 12.

Książka Nernsta obejmuje nieco szerszy zakres wiadomości, niż dziełko Love'a, ale traktuje rzecz znacznie powierzchowniej. Ogromną zaletą obu dzieł, a zwłaszcza Nernsta, dla naszego celu jest to, że autorowie na każdym kroku ilustrują teorje przykładami, wziętemi z fizyki lub chemji. W ten sposób ułatwiają zrozumienie przedmiotu i pobudzają ciekawość takich czytelników, którzy nie przywykli do dłuższych wywodów abstrakcyjnych. Co do sposobu, w jaki je przerabiać należy, odsyłamy do późniejszych uwag. Podkreślamy jednak i na tym miejscu, że najważniejszą rzeczą jest przerabianie zadań, dołączonych do ustępów teoretycznych tych książek. Samo przeczytanie bez przerobienia zadań jest zupełnie bezwartościowe.

Kto nawet dzieła Nernsta i Love'a uważa jescze za zbyt trudne, niech najprzód przerobi:

L. Michaelis. Einführung in die Mathematik für Biologen und Chemiker. Berlin, Springer, 1913. Str. VII + 253. Cena m. 7. Rzecz jeszcze przystępniejsza i pobieżniejsza, poprzedzona rekapitulacją najpotrzebniejszych części matematyki ze szkoły średniej.

Jako bardzo użyteczną broszurkę, która początkującym samoukom zwłaszcza ułatwić może zrozumienie pierwszych, zasadniczych pojęć rachunku różniczkowego, polecamy:

A. Witting. Einführung in die Infinitesimalrechnung. Lipsk. Teubner 1912. Str. 73. Cena m. 0.80.

Z drugiej strony dziełem o wiele gruntowniejszym, niż wszystkie książki wymienione wyżej, które polecić można jako przejście do podręczników matematycznych ściśle fachowych, jest:

H. v. Mangoldt. Einführung in die höhere Mathematik. Für Studierende und zum Selbstunterricht. 3 tomy. Lipsk. Hirzel.

T. I. Początki rachunku nieskończonostkowego i gieometrji analitycznej. Cena w opr. m. 13. T. II. Rachunek różniczkowy. Cena m. 15.40. Trzeci tom, zawierający rachunek całkowy, wkrótce się ukaże.

Matematycy fachowi często z pogardą spoglądają na podręczniki w rodzaju wymienionych poprzednio, gdyż stosowany w nich sposób przedstawienia rzeczy nie zawsze odpowiada najnowszym wymaganiom ścisłości naukowej; zazwyczaj są ominięte takie ustępy, które właśnie matematykowi wydają się najciekawszemi. Polecamy też je wyłącznie tym, dla których matematyka wyższa ma być narzędziem, nie zaś celem samym dla siebie. Kto pragnie studjować fizykę lub nauki przyrodnicze, rzadko będzie miał możność poświęcenia kilku lat na przedwstępne przygotowanie się z matematyki sposobem naukowo ścisłym. A chyba nikt nie zaprzeczy, że nawet ten, kto tylko pozna zasadnicze pojęcie funkcji, pochodnej i t. d. i kto nabędzie choćby tylko pewnej rutyny matematycznej, bez porównania ściślej będzie rozumować w fizyce, niż człowiek, kierujący się wyłącznie instynktem albo »chłopskim rozumem«, bez owych wiadomości. Jedynie z tego punktu widzenia polecamy np. książkę Nernsta, mającą na celu (według trafnych słów autorów) umożliwić czytelnikowi zrozumienie hjeroglifów (może lepiej stenografji), któremi są pisane dzieła naukowe z zakresu fizyki i chemji nowoczesnej.

Rozumie się samo przez się, że samouk, dążący do prawdziwego opanowania przedmiotu, nie może ograniczyć się do

tego prowizorycznego przygotowania. Obok fizyki powinien się kształcić równolegle i w matematyce, a to nie tylko w tym celu, żeby rozszerzać zakres wiadomości, ale również żeby umacniać ich fundamenty, a przedewszystkim żeby się ćwiczyć w ścisłości naukowej. Co do podręczników, umożliwiających taką gruntowniejszą naukę, odsyłamy do działu matematyki (tom I Poradnika).

4. Fizyk, który już gruntownie przerobił zasady rachunku różniczkowego i całkowego, powinien dla uzupełnienia swej wiedzy matematycznej zwrócić się do studjowania teorji równań różniczkowych, a zwłaszcza równań różniczkowych cząstkowych. Jest to przedmiot ogromnie dla niego ważny, gdyż w takiej właśnie formie matematycznej wyrażają się podstawowe prawa fizyczne. Większą część fizyki teoretycznej można nawet uważać, z czysto formalego punktu widzenia, za zastosowanie teorji tych równań. Systematyczne studjum tego przedmiotu odpowiada już nieco wyższemu poziomowi. Obok podręczników czysto teoretycznych (p. t. I Poradnika) polecamy dzieło, obliczone specjalnie dla techników i fizyków i zawierające liczne przykłady z tego zakresu nauk:

St. Kępiński. Podręcznik równań różniczkowych ze szczególnem uwzględnieniem potrzeb techników i fizyków. Lwów. Nakładem Komisyi Wyd. Bibliot. Politech. 1907. Część I, str. VII + 195; cz. II, str. V + 199.

Nadto wymienić należy, jako dzieło podstawowe dla osób kształcących się w fizyce:

Riemann - Weber. Die partiellen Differentialgleichungen der mathematischen Physik. Brunświk. Vieweg. Wyd. 5, tom I, str. XVIII+528, tom II, str.XIV+575. Cena w opr. m. 30.40.

Dzieło klasyczne, o wysokiej wartości dydaktycznej i naukowej, którego pierwotny zarys, pochodzący od Riemanna, z biegiem czasu i pod wpływem przeróbki Webera do niepoznania się przeistoczył. Celem jego jest wprowadzenie czytelnika, posiadającego już początki matematyki wyższej oraz wiadomości początkowe z fizyki teoretycznej, do metod matematycznych »wyższej fizyki teoretycznej«. Przy tym autorowi chodzi nie

tylko o powierzchowną rutynę, lecz o gruntowne zrozumienie, odpowiadające dzisiejszym wymaganiom ścisłości. Cel ten osiągnął autor, a równocześnie uprzystępnił trudny ten przedmiot, łącząc ściśle rozumowania teoretyczne z odpowiedniemi zastosowaniami w fizyce. Wyłożywszy najprzód podstawową teorję matematyczną, przechodzi kolejno prawie wszystkie działy fizyki teoretycznej, w której teorja ta znajduje zastosowanie, dając wszędzie krótki zarys podstaw fizycznych i roztrząsając najważniejsze zagadnienia matematyczne.

Uważamy to dzieło za niezbędne przy gruntownej nauce fizyki teoretycznej na poziomie wyższym i przy specjalizacji naukowej. Przestudjowanie go jednym ciągiem wymaga jednak znacznego nakładu pracy, radzimy korzystać z niego przedewszystkim jako z podręcznika informacyjnego; niech uczący się po przestudjowaniu pewnego działu z łatwiejszych podręczników fizyki weźmie do ręki powyższą książkę, porówna sposób przedstawienia rzeczy i uzupełni swe wiadomości przy pomocy tego surowego i ścisłego doradcy.

5. Oprócz równań różniczkowych znajduje w fizyce coraz bardziej rosnące zastosowanie teorja równań całkowych. Jest to nowe narzędzie badania, które, sądząc z dotychczasowych pomyślnych wyników, ma wielką przyszłość przed sobą. Używanie jego należy jednak do zakresu studjów wyższych, dostępnych tylko dla specjalistów.

Natomiast każdy fizyk powinien obeznać się koniecznie choć z elementarnemi podstawami rachunku prawdopodobieństwa. Najlepszej do tego sposobności nastręcza studjowanie teorji kinetycznej gazów, które przygotować i uzupełnić należy przerobieniem podręcznika teorji prawdopodobieństwa.

Wogóle niema prawie działu matematyki, któryby nie znajdował zastosowania w fizyce i którego znajomość nie byłaby niezbędna przy roztrząsaniu pewnych kwestji, ale jeżeli chodzi o wybranie tego, co jest najważniejsze, musimy wymienić przedewszystkim jeszcze gieometrję analityczną (na płaszczyźnie i w przestrzeni). Pewna w niej wprawa — oprócz początków rachunku różniczkowego i całkowego — jest koniecznym warunkiem do rozpoczęcia studjów Stopnia III.

Nie idzie tu tak bardzo o wiadomości specjalne (rozróżnianie typów powierzchni stopnia drugiego, sposoby przekształcania ich równań itd.); pod tym względem materjał pamięciowy może być bardzo skromny, lecz idzie raczej o zupełne oswojenie się z metodą gieometrji analitycznej (a w związku z tym także z metodą t. zw. gieometrji różniczkowej).

Metoda ta, polegająca na tym, że formy gieometryczne oddajemy za pomocą wzorów algiebraicznych, i naodwrót: z wyników operacji algiebraicznych wnioskujemy o właściwościach tworów gieometrycznych, jest pod pewnym względem pierwowzorem dla stosowania matematyki w fizyce. Uogólniając tę metodę, przez wprowadzenie zmiennej t (czasu) oprócz współrzędnych x, y, z, przechodzimy do opisania zmiany stosunków gieometrycznych w zależności od czasu, czyli opisujemy zjawiska ruchu. Wkraczamy tym sposobem do dziedziny pośredniej między gieometrją a fizyką, do t. zw. kinematyki. Wprowadzenie pojęcia masy tworzy dalszy stopień uogólnienia, obejmujący mechanikę właściwą, wprowadzenie zaś dalszych zmiennych (jak temperatura, siła elektryczna i t. d.) otwiera inne dziedziny fizyki matematycznej.

Obok gieometrji analitycznej przestrzeni od kilkunastu lat zyskuje coraz większe rozpowszechnienie t. zw. rachunek wektorowy, który nadaje się do roztrząsań stosunków przestrzennych w sposób o wiele prostszy i naturalniejszy, niż owa metoda i odznacza się nadzwyczajną poglądowością i zwięzłością. Oddaje on wielkie usługi w pewnych działach fizyki i zapewne z czasem wejdzie do matematyki szkół średnich, ale na razie jest uprawiany prawie wyłącznie przez fachowych fizyków, dlatego też nie wymieniamy go osobno, jako składnika przygotowania przedwstępnego. Dzisiaj niemal wszystkie podręczniki naukowe z działu mechaniki i elektryczności są pisane w języku »wektorowym«, połączonym z użyciem symbolów skracających (div, rot, albo curl itd.), dla oznaczenia pewnych operacji różniczkowania.

O tym, jak dalece metoda ta ułatwia stosowanie matematyki do owych działów, technicy także się przekonali i wprowadzają ją dziś do podręczników, przeznaczonych dla początkujących inżynierów. Kto się bowiem obeznał z zasadami gieo-

metrji analitycznej, może przyswoić sobie tę metodę bez wielkich trudności, studjując odpowiednie dzieła z zakresu mechaniki lub elektryczności. Niektórzy autorowie, jak CZOPOWSKI (Mechanika), FÖPPL (Mechanika) wprowadzają przy wykładzie w miarę potrzeby symbole wektorowe, tak że czytelnik stopniowo z niemi oswaja się i nabywa wprawy w stosowaniu odpowiednich pojęć. Jest to zapewne przystępniejsza droga zapoznania się z przedmiotem; jednak z punktu widzenia naukowego pierwszeństwo posiadają krótkie, ale systematyczne zarysy tej nauki, umieszczane przez autorów niektórych podręczników fizyki jako wstęp do właściwego wykładu rzeczowego, np. SILBERSTEIN: Elektryczność i Magnetyzm (patrz Bibljogr.).

Wreszcie wymieniamy niektóre podręczniki specjalne, poświęcone temu przedmiotowi, rozpoczynając od łatwiejszych i kończąc na bardziej wyczerpujących.

J. Laub. Krótki rys analizy wektorów. Odbitka z »Wiadomości matematycznych«. Warszawa, 1905. Str. 45. Cena kop. 40.

S. Valentiner. Vektoranalysis. Sammlung Göschen. Lipsk. Wyd. 2, 1912. Str. 156. Cena fen. 90.

A. H. Bucherer. Elemente der Vektoranalysis. Mit Beispielen aus der theoretischen Physik. Lipsk. Teubner. Wyd. 2, 1905. Str. VIII+103. Cena w opr. m. 2.40.

R. Gans. Einführung in die Vektoranalysis. Lipsk, Teubner; wyd. 2, 1909. Str. X+126. Cena m. 3.60.

W. von Ignatowsky. Die Vektoranalysis und ihre Anwendung in der theoretischen Physik. I Theil: Vektoranalysis. Str. VIII+112. II T. Anwendungen. Str. IV+123. Lipsk, Teubner, 1910. Cena w opr. m. 6.

6. Wykłady uniwersyteckie fizyki dzielą się zazwyczaj na jednoroczny kurs »fizyki doświadczalnej« i na wykłady specjalnych części fizyki teoretycznej. Wspominaliśmy już o tym, że nie jest to podział racjonalny; powstał on z powodów częściowo przypadkowych. Jednoroczny kurs fizyki doświadczalnej jest kursem wstępnym, przeznaczonym dla fizyków, przyrodników, medyków, bez wyższego wykształcenia matematycznego. Obej-

muje zatym przeważnie powtórzenie przedmiotu tego w obrębie Stopnia II, z tą tylko różnicą, że zakres wiadomości jest nieco większy, niż przy nauce w szkole średniej i wykład połączony jest z pokazem doświadczeń, jakich wykonać nie można w szkole średniej z powodu braku środków i szczupłości czasu. Pożytek naukowy z takiego kursu jest właściwie bardzo niewielki, jeżeli poprzednia nauka w szkole średniej dała wszystko, co dać może i powinna. Racją bytu jego jest zbyt nizki jeszcze dzisiaj poziom nauki gimnazjalnej oraz brak przygotowania matematycznego wstępujących na pierwszy rok słuchaczy uniwersytetu.

Osobom, dążącym do gruntowniejszego wykształcenia, radzimy, żeby w ciągu tego pierwszego roku i podczas słuchania wykładów fizyki doświadczalnej starały zapoznać się z początkami matematyki wyższej, aby na drugi rok mogły już rozpocząć gruntowne studja jednego z działów fizyki. Te wykłady działów specjalnych, traktowane w sposób naukowy z ciągłym stosowaniem metod matematyki wyższej, stanowią to, co zwykle nazywa się »fizyką matematyczną« lub »teoretyczną«. Wykłada się ją zazwyczaj »przy tablicy«, przy pomocy dedukcji teoretycznych, przypuszczając, że słuchacze już obeznali się ze stroną doświadczalną przedmiotu i że wogóle już wyrobili sobie dostateczną wprawę w myśleniu oderwanym. Naturalniejsze i pod wielu względami korzystniejsze byłoby pewne połączenie wykładu teoretycznego z demonstracjami tych zjawisk, które dopiero na tym szczeblu nauki stają się zrozumiałe, ale obecny stan rzeczy utrzymuje się mocą tradycji.

7. Piętno charakterystyczne nadaje zatym nauce na Stopniu III przedewszystkim t. zw. fizyka teoretyczna i ona stanowi główny materjał, który samouk przerobić musi. Kto rozpoczyna studjum tego przedmiotu, powinien sobie wyraźnie uprzytomnić, że naczelną zasadą i na tym szczeblu nie jest pamięciowe gromadzenie wiadomości, lecz wprawa w myśleniu naukowym. Oczywiście, pewien zasób wiadomości jest niezbędny, ale w fizyce więcej, niż w jakiejkolwiek innej nauce przyrodniczej, da się on zredukować do nadzwyczajnie skrom-

nych rozmiarów, gdyż tutaj jest wszystko powiązane w jedną całość logiczną. Wszystkie wzory, które pamiętać musi profesor fizyki teoretycznej, dałyby się pomieścić na dwuch albo trzech stronicach druku. Cała umiejętność polega na tym, żeby umieć wyprowadzić z nich z biegłością wnioski co do każdej kwestji specjalnej.

Wspominaliśmy już o tym, że wprawa w »myśleniu naukowym« jest na tym stopniu więcej jeszcze, niż na innych, dziełem samouctwa, chodzi więc przedewszystkim o to, żeby się nauczyć właściwej metody uczenia się i pod tym względem może się przydać kilka wskazówek. Kto podręczniki naukowe tylko odczytuje, nie odnosi z tego prawie żadnych korzyści. Chociażby je odrazu zupełnie zrozumiał, co prawie niemożliwe, zachowa w pamięci tylko chaotyczną różnorodność niejasnych pojęć i bałamutnych wiadomości. Chodzi o to, żeby materjał przyswoić sobie całkowicie przez jak najgruntowniejsze i najwszechstronniejsze jego przerobienie. Trudności zaś, które początkującemu nastręcza studjowanie dzieł z zakresu matematyki lub fizyki teoretycznej, są bardzo znaczne, gdyż sposób argumentacji różni się całkowicie od sposobu, stosowanego w innych naukach. Radzimy zatym:

1) Niech uczeń obok książki położy papier, niech weźmie ołówek do ręki. Wywody matematyczne w książce są podane w formie skróconej, z zaznaczeniem głównych tylko punktów argumentacji. Czytelnik powinien zawsze przeprowadzić in extenso wszystkie rachunki i wypełnić przytym przeskoki i luki pozostawione w książce, gdyż to jest konieczne do zupełnego zrozumienia. Nawet jeżeli znajdzie w niej wszelkie rachunki szczegółowo przeprowadzone, przecież rzecz lepiej zrozumie i naczelne myśli w pamięci utrwali, gdy własnoręcznie przeprowadzi wszystkie operacje rachunkowe.

2) Usiłowania samouka nie powinny być skierowane ku zapamiętaniu wzorów, lecz sposobu argumentacji, jaki do nich prowadzi. Niech po przeczytaniu dłuższego wywodu zastanowi się nad metodą dowodzenia, niech rozważy, jakie były przesłanki, jakim sposobem wyprowadzono z nich wnioski, i niech się stara, odłożywszy książkę na bok i wziąwszy ołówek do

ręki, powtórzyć cały wywód, jak gdyby argumentował samodzielnie.

3) Niech rozważa, czy wywód niema jakich stron słabych: czy przesłanki są oparte na doświadczeniach, czy też są natury hipotetycznej, czy dowodzenie jest ścisłe, czy wszystkie jego części są konieczne, aby dojść do wyniku ostatecznego. Niech szuka analogji w sposobie dowodzenia lub we wzorach ostatecznych z innemi podobnemi przypadkami i niech bada źródła takich analogji lub różnic.

4) Otrzymawszy wzór ostateczny, niech samouk zawsze przeprowadza »dyskusję«, niech zastanowi się nad znaczeniem wyników, niech uzmysłowi je sobie sposobem graficznym lub podstawiając wartości liczbowe. Wogóle kiedykolwiek pokaże się możliwość zastosowania teorji ogólnej do rozwiązywania przykładów specjalnych, niech z tego skorzysta. Bardzo pouczające jest także przerabianie przykładów liczbowych.

Myślenie fizyka teoretycznego polega na ścisłym zespoleniu pojęć fizycznych z odpowiedniemi symbolami matematycznemi i na ułatwieniu wnioskowania przy pomocy operacji rachunkowych, stosowanych do owych symbolów. Ażeby się w to wprawić, trzeba ciągle uważać na ścisły związek rachunku z jego znaczeniem fizycznym. Nie powinno się zapatrywać na wywody matematyczne jako na maszynkę oszczędzającą myślenia, do której wkłada się przesłanki i automatycznie otrzymuje się rezultat ostateczny, lecz trzeba się starać, ażeby umieć interpretować każdy krok w operacjach rachunkowych z punktu widzenia fizycznego. Jest to też wielka korzyść rachunku wektorowego, że przy jego stosowaniu tak jasno się uwydatnia związek symbolów i operacji rachunkowych z ich znaczeniem fizycznym.

Nadzwyczajnie pouczającym jest porównywanie różnych możliwych sposobów argumentacji przy pomocy różnych podręczników. Sądzę, że samouk zwykle więcej odniesie korzyści, przerabiając ten sam przykład dwiema odmiennemi metodami, niż przerabiając dwa różne przykłady. Zgodność wyników jest źródłem radosnego zdziwienia i umacnia zaufanie w ścisłość nauki, a przytym pobudza do wyszukiwania wspólnych myśli

zasadniczych w metodach zastosowanych. Sądzimy, że najlepiej jest studjować według jednego dobrego podręcznika, a z nim porównywać inne, pokrewnej treści. Tworzy on jakby jądro krystalizacji dla wszystkich myśli, grupujących się dokoła tego przedmiotu. Dopiero po gruntownym przerobieniu jego wolno przejść do innego podręcznika, o wyższym poziomie, lub też do innego działu fizyki. Wogóle trzeba postępować metodycznie, powoli posuwając się naprzód, ale rozważając rzeczy głęboko i gruntownie.

8. W sposobie przedstawienia materjału naukowego występuje wybitna różnica między dwoma typami podręczników, które dla krótkości nazwiemy francuskim i angielskim. Francuskie dzieła odznaczają się systematycznością i jasnością, ułatwiającą nadzwyczajnie zrozumienie i zapamiętanie przedmiotu w ogólnych zarysach, oraz pewną elegancją, skończonością formy, która sprawia na znawcach wrażenie niemal estetyczne.

Ale mają one też strony ujemne. Wszystko w nich jest wygładzone, trudności są ostrożnie ominięte, słabe strony argumentacji przemilczane. Doznaje się wrażenia, jak gdyby nauka była systemem klasycznie wykończonym, w którym nie pozostaje nic wątpliwego, nic nieznanego.

Natomiast dzieła, które nazwaliśmy angielskiemi, posiadają zwykle układ niesystematyczny, czasem nawet wprost chaotyczny. Autorowie angielscy piszą raczej subjektywnie, zaznaczając wyraźnie swoje osobiste stanowisko, drogę, jak do niego doszli, wątpliwości i trudności, które im się nasuwają. Dzieła naukowe angielskie uderzają nas oryginalnością i pobudzają bezustannie do własnych rozmyślań i badań. Podręczniki są szeroko zakreślone, lecz nie odznaczają się elegancją. Są pełne myśli ubocznych, oświetlają przedmiot nie systematycznie, lecz z różnych punktów widzenia. Bardzo cenną ich zaletą jest zazwyczaj ogromna liczba zadań i przykładów, których przerobienie stanowi konieczny warunek owocnej nauki. Przestudjowanie ich jest trudniejsze, ale przynosi więcej korzyści, niż przerobienie owych dzieł francuskich.

Kto w jak najłatwiejszy sposób, choćby nieco powierzchownie, chce zapoznać się z przedmiotem, niech trzyma się

podręczników francuskich. Kto chce wykształcić się gruntownie, kto pragnie zaprawić się do samodzielności w badaniu naukowym, niech przerabia dzieła angielskie. Porównanie dzieł obu rodzajów jest oczywiście najwięcej pouczające.

Dla ułatwienia podajemy na tym miejscu kilka symbolów często używanych w dziełach angielskich, które na kontynencie mniej są znane i dla początkującego mogłyby być niezrozumiałe:

$$\sin^{-1} x = \text{arc} \sin x \qquad \text{tg}^{-1} x = \text{arc tg}\, x \quad \text{i t. p.}$$

$$\sin h\, x = \frac{e^x - e^{-x}}{2} \qquad \cos h\, x = \frac{e^x + e^{-x}}{2} \qquad \text{tg}\, h\, x = \frac{e^x - e^{-x}}{e^x + e^{-x}}$$

$$\dot{x} = \frac{dx}{dt} \qquad \ddot{x} = \frac{d^2x}{dt^2} \qquad \text{i t. p.}$$

$$\underline{3|} = 3! = 1 . 2 . 3$$

9. Samoukowi, który już w ogólnych zarysach poznał cały obszar fizyki i pragnie dojść do gruntowniejszej znajomości, polecamy najgoręcej w dalszym ciągu zajęcie się jakąś specjalną kwestją i studjowanie rozpraw oryginalnych, ogłaszanych w czasopismach naukowych, oraz wypróbowanie własnych sił w tej materji. W ten jedynie sposób uczeń zdobywa pogląd na właściwy warsztat pracy naukowej, wtedy dopiero zrozumie należycie metody badania i nabierze właściwego zainteresowania się przedmiotem.

Metoda specjalizacji jest najskuteczniejszym sposobem nabycia gruntownej znajomości przedmiotu, gdyż zagadnienia specjalne tworzą punkty wyjścia dla samodzielnej pracy myślowej w tej dziedzinie i koło nich grupują się różne luźne wiadomości, które inaczej uległyby rychłemu zapomnieniu. Ostrzegamy jednak przed specjalizacją przedwczesną lub zbyt wyłączną, t. j. przed odrzucaniem wszystkiego, co nie ma związku widocznego z przedmiotem raz obranym. To może doprowadzić wcześnie do wyników namacalnych, wskutek koncentracji pracy w danym kierunku, ale z czasem ta jednostronność pomści się, gdyż niechybnie źródło natchnienia ucierpi

wskutek ogólnej anemji. Skutecznym środkiem przeciwko takiej jednostronności jest obieranie sobie kolejno różnych ulubionych zagadnień w różnych działach nauki.

Polecamy wogóle gorąco studjowanie prac oryginalnych, ogłaszanych w pismach specjalnych. Sądzimy, że każdy samouk Stopnia III, nietylko badacz, lecz również i nauczyciel, chemik, filozof — powinien się zapoznać z ważniejszemi czasopismami naukowemi (patrz dział VIII Bibljografji) i to już w dość wczesnym stadjum swych studjów.

Tym, którzy mają sposobność kształcić się w zakładach wyższych, gorąco polecamy wreszcie udział w seminarjach, konwersatorjach, towarzystwach fizycznych i t. p. Chodzi tu nietylko o nabycie wiadomości, ale i o wyrobienie samodzielnego sądu w sprawach naukowych, do czego krytyczne sprawozdania o nowoukazujących się pracach oraz dyskusje nad niemi są doskonałym środkiem.

W tym, co dotychczas mówiliśmy, mieliśmy na oku głównie kształcenie się w fizyce teoretycznej, t. j. w stosowaniu metod matematycznych do fizyki. Przechodzimy obecnie do drugiego czynnika, składającego się na wykształcenie naukowe w fizyce, t. j. do pracy doświadczalnej.

10. Ponieważ doświadczenie jest źródłem naszej nauki, przeto staramy się oczywiście na tym stopniu źródło to, o ile możności, pogłębić. Celem, do którego tutaj dążymy, jest wydoskonalenie pracy doświadczalnej, do której zaprawialiśmy się już na Stopniu I i II, jest jednym słowem: precyzja pomiarów. Dążymy do tego, żeby osiągnąć jak największą dokładność w wynikach. Na tę umiejętność eksperymentatora składają się: 1) jego zręczność, cierpliwość i akuratność, 2) umiejętna krytyka doświadczeń. Ostatni szczegół charakteryzuje przedewszystkim pracę doświadczalną na tym poziomie. Krytyka doświadczeń polega na umiejętnej ocenie błędów przypadkowych, na obliczaniu i usuwaniu wpływu błędów systematycznych, na dobraniu warunków doświadczeń w jak najkorzystniejszy sposób. Takie wykonanie pracy doświadczalnej daje dopiero właściwy pogląd na charakter badań naukowych.

Oprócz tego chodzi oczywiście także o nabycie wiadomości faktycznych, zapoznanie się z przyrządami najwięcej używanemi, oraz o osiągnięcie wprawy w metodach mierzenia, stosowanych w różnych działach fizyki. Zwłaszcza ta ostatnia część nauki doświadczalnej wymaga znacznych środków materjalnych oraz urządzeń, jakich nie napotykamy w mieszkaniach prywatnych. Nauka domowa jest tu niemal niepodobieństwem. Kto chce się pod tym względem wykształcić, musi udać się do specjalnych pracowni fizycznych, jakie się znajdują przy uniwersytetach, w szkołach politechnicznych, oraz niektórych instytucjach prywatnych (patrz Dział informacyjny). Kto tylko ma sposobność ku temu, niech przerobi starannie kursy praktyczne (ćwiczenia, practicum), urządzane w tych zakładach. Są one wprost niezbędne, nietylko dla tych, którzy zamierzają oddać się właściwej pracy naukowej, lecz również dla wszystkich, którzy chcą udzielać fizyki w szkołach średnich. W angielskich uniwersytetach wykonanie pracy doświadczalnej oddawna jest częścią integralną egzaminu z fizyki, i na kontynencie także bardzo słusznie coraz większy nacisk kładzie się na tę stronę. Jest ona również ważna dla techników i dziwić się trzeba, że kursy takie jeszcze nie we wszystkich politechnikach są obowiązujące.

Radzimy również gorąco wszystkim, którzy się zajmują fizyką doświadczalną, a zwłaszcza przyszłym nauczycielom, żeby starali się nabyć wprawy w różnych zręcznościach, w toczeniu drzewa, metali, w lutowaniu, wydmuchiwaniu szkła itd. Zwłaszcza sztuka wydmuchiwania szkła znajduje obszerne pole zastosowania w pracowni fizycznej i chemicznej, i warto przejść specjalny kurs u artysty fachowego, celem nabycia tej umiejętności. Kto nabył wprawy i zręczności w tego rodzaju manipulacjach, potrafi nawet przy bardzo skromnych środkach materjalnych stworzyć sobie przyrządy, przydatne do osiągnięcia poważnych rezultatów naukowych.

11. Smutny jest widok różnych gabinetów fizycznych, zwłaszcza w szkołach średnich, administrowanych przez nauczycieli bez odpowiedniego wykształcenia fachowego. Są to zazwyczaj zbiory przeróżnych aparatów demonstracyjnych,

nieraz nawet dość kosztownych, których użyteczność jest mała tym więcej, że profesor często nie umie się z niemi obchodzić, a gdy się popsują, nie umie ich naprawić i odstawia je na bok jako bezużyteczne rupiecie. Nie potrzeba muzeów fizykalnych dla nauki, lecz pracowni, a wartości takiego zakładu nie należy oceniać według ceny zakupna przyrządów nagromadzonych, lecz według pracy dydaktycznej i naukowej, którą się tam wykonywa.

Dla każdej pracowni naukowej najważniejszym jest: odpowiedni, jasny i duży lokal, wodociąg, gaz, elektryczność i dobrze urządzony warsztat (dobre narzędzia, tokarnia, stół do robót szklarskich, zapasy rur szklanych, rurek gumowych, korków, blach, sztab i drutów metalowych). Zręczny i pomysłowy pracownik potrafi niesłychanie wiele uczynić przy pomocy takich środków. Nauczyciel szkoły średniej niech również nie nabywa owych bezwartościowych przyrządów demonstracyjnych, jakie niemieckie firmy produkują w wielkiej ilości. Natomiast niech sprawi dobre narzędzia, a oprócz nich: wagę dokładną, katetometr, opornice, kilka dobrych termometrów, dobry mikroskop, kilka przyborów optycznych, galwanometry o różnych czułościach, elektroskop skalibrowany albo elektrometr, dobrą pompę pneumatyczną, np. Gädego i t. p. Umożliwi to kierownikowi nietylko własnoręczne wykonywanie (zwłaszcza przy pomocy kilku zręczniejszych uczniów) prawie wszystkich przyrządów, których może potrzebować przy nauce w szkole średniej, lecz również podjęcie poważnych prac naukowych.

Nie znaczy to oczywiście, żeby należało pogardzać obfitszym wyposażeniem pracowni, ale że ważniejsze są środki, umożliwiające skonstruowanie wszelakich przyrządów, niż przyrządy same, a powtóre, że lepiej sprawić kilka przyrządów dobrych, aniżeli wielką liczbę rzeczy lichych. Jeżeli mowa o właściwych pracowniach do badań naukowych, to nie ulega żadnej wątpliwości, że najważniejszym składnikiem dobrej pracowni naukowej jest: dobry kierownik! Historja nauki dowodzi, że najważniejsze prace często wychodziły z pracowni nader skromnie wyposażonych. Niektórzy uczeni byli sławni z umiejętności radzenia sobie środkami prymitywnemi. Quincke w Hei-

delbergu wykonywał najciekawsze badania przy pomocy przyrządów skonstruowanych ze szkła, korka i laku. Lord Rayleigh pokazywał nieraz, jak doniosłe, precyzyjne rezultaty otrzymać można przy pomocy środków bardzo prostych.

Wszystko to dowodzi, że ważniejszy jest skrzypek aniżeli skrzypce; ale czy jakość skrzypiec jest obojętna? Wiadomo dobrze, ile od nich zależy. Laboratorjum niekoniecznie musi być urządzone zbytkownie, ale ułatwi pracę naukową nadzwyczajnie, oszczędzi pracownikom czasu i sił, jeżeli jest urządzone dostatnio, a zwłaszcza jeżeli posiada dobre instalacje (temperaturę jednostajną, warunki i urządzenia zabezpieczające od wstrząśnień, światło, prądy o wysokim napięciu, akumulatory o wielkiej pojemności, instalacje do ciekłego powietrza i t. d.).

12. W ostatnich ustępach zwracaliśmy kilkakrotnie uwagę na warunki pomyślnego rozwoju twórczej pracy naukowej. Czy ta sprawa może interesować tylko bardzo szczupłe grono fachowych mężów nauki? Bynajmniej. Sądzimy, że nawet w szkole średniej nie może być istotnie dobrym nauczycielem ten, kto nie wykonał choć jednej samodzielnej pracy naukowej i kto nie utrzymuje wciąż żywego kontaktu z ruchem naukowym. W Niemczech jest rzeczą codzienną, że kandydaci na profesurę gimnazjalną składają doktorat, który zależny jest przedewszystkim od wykonania »dysertacji doktorskiej«, t. j. samodzielnej pracy naukowej. Liczba dysertacji, rok rocznie tam fabrykowanych, jest olbrzymia. Poziom naukowy ich wprawdzie naogół nie jest wysoki i pożytek z nich dla nauki nie odpowiada może ilości papieru zadrukowanego, ale korzyść olbrzymią wyciągają właśnie ci, którzy składają doktorat.

Tylko ten, kto się zajął jakimś zagadnieniem, chociażby drobnym, ale jeszcze niewyjaśnionym, kto wśród międzynarodowej literatury wyszukiwał prace, pozostające z tym zagadnieniem w pewnym związku, kto sam rozmyślał nad sposobami rozwiązania kwestji danej, kto sobie ułożył plan doświadczeń, zestawiał własnoręcznie przyrządy, wykonywał żmudne pomiary, wreszcie na podstawie doświadczeń doszedł do samodzielnych wniosków, ten wyrobił sobie pogląd właściwy

na metodę pracy naukowej i ten w innych potrafi wpoić ducha prawdziwej nauki.

Dysertacje z dziedziny fizyki są zazwyczaj pracami doświadczalnemi; jest to słuszne, gdyż przy pracy doświadczalnej, nawet jeżeli temat został podany przez profesora i jeżeli on czasami udzielał rad i wskazówek, zawsze wykonanie wymaga znacznego nakładu pracy własnoręcznej, gdy tymczasem w pracy teoretycznej wyszukanie tematu i wskazanie drogi do rozwiązania nie pozostawia już prawie żadnego pola dla samodzielności kandydata. Zresztą tym, którzy zamierzają oddać się później badaniom teoretycznym, także polecić można wykonanie dysertacji doświadczalnej dla gruntownego zapoznania się z metodą, na której spoczywa cały gmach nauki.

Może wreszcie nie jest rzeczą zbyteczną ostrzec wyraźnie, że praca naukowa w fizyce nie może być tylko analizowaniem literatury naukowej, tworzeniem kompilacji, sprawozdań, wypracowywaniem artykułów naukowych na podstawie cudzych prac źródłowych i t. d. Byłaby to praca literacka; może nawet bardzo pożyteczna, ale nie zasługiwałaby na miano pracy naukowej. Praca naukowa w fizyce polega na wykonywaniu badań nowych, t. zn. dających wyniki poprzednio nieznane. Liczba tematów do badań, zwłaszcza doświadczalnych, jest zawsze niewyczerpana, choć temu, kto tylko uczył się z podręczników, może się wydawać, że już nic niejasnego, nieznanego niema na świecie. Kto szuka tematów, niech przegląda dzieła encyklopedyczne (Winkelmann, Chwolson i t. p.), a zwłaszcza czasopisma naukowe. Tam znajdzie kwestje wątpliwe, niejasne, znajdzie zagadnienia na każdej niemal stronicy.

Jeżeli ktoś zainteresował się pewną kwestją, powinien przedewszystkim starannie zebrać wszelkie z literatury dostępne informacje (sposób do tego p. dział IX Bibljografji) dla ułatwienia sobie pracy i sprawdzenia, czy rzecz jest nieznana, a następnie ułożyć sobie prowizoryczny plan pracy. Wyniki zależeć będą zazwyczaj od wykonania pomiarów pewnego rodzaju, trzeba więc przedewszystkim zdać sobie sprawę, czy czułość i dokładność przyrządów, będących do dyspozycji, wystarczą do rozstrzygnięcia danej kwestji. Jeżeli to prowizoryczne obliczenie da

wynik ujemny, oczywiście, wcale nie będziemy tracili czasu na podjęcie prób, lecz zajmiemy się inną kwestją. W razie zaś dodatniego wyniku takiej oceny przechodzimy do wykonywania doświadczeń prowizorycznych. W czasie pracy zapewne jeszcze okaże się niejedna niespodzianka, zapewne niejeden szczegół trzeba będzie zmienić, nim się osiągnie wyniki ostateczne, i nieraz cierpliwość wystawiona będzie na największe próby. Zresztą tutaj studjum innych rozpraw naukowych najlepiej poucza o różnych sposobach postępowania.

Badania w zakresie fizyki teoretycznej mają natomiast charakter analogiczny do pracy matematycznej. Tu zatym trudno dawać jakieś ogólne wskazówki postępowania. Odsyłamy więc do działu o matematyce, oraz do Zakończenia niniejszego działu o fizyce.

BIBLJOGRAFJA.

I. Dzieła obejmujące całość lub większe działy fizyki.

Treść: Uwagi wstępne. — 1. Systematyczne podręczniki całej fizyki. — 2. Dzieła obejmujące większe działy fizyki. — 3. Wykłady.

Podręczniki, obejmujące całość nauki, są zazwyczaj bardzo poszukiwane przez studentów, gdyż dają im jasno określony materjał do wyuczenia się, pozbawiając ich kłopotliwej decyzji co do porządku studjów i wahań co do wyboru literatury podręcznikowej. Mimo to nie polecamy naogół takich dzieł do wyrobienia się naukowego, zwłaszcza jeżeli chodzi o zupełne samouctwo, gdyż obejmują one zwykle zbyt duży materjał, przedstawiony w formie zbyt powierzchownej, albo też zbyt treściwej i zwięzłej.

Jeżeli chodzi o zdobycie początków i podstawowych wiadomości w obrębie całej fizyki (co uważamy za niezbędne dla kategorji 1 i 2 samouków, wymienionych na str. 154), to nie można tego uzyskać żadnym sposobem przez samo przerobienie jednego z podręczników encyklopedycznych, w dalszym ciągu wymienionych, lecz trzeba poświęcić czas dłuższy (przynajmniej 2 lub 3 lata) na kolejne, gruntowne przerabianie szczególnych działów fizyki, posługując się obszerniejszemi monografjami specjalnemi, a mianowicie postępując w każdym dziale stopniowo od książek łatwiejszych do trudniejszych. Wszak właśnie dla samouków potrzebne są takie dzieła, które zawie-

rają nietylko krótki systematyczny wyciąg najważniejszych wiadomości, ale są ułożone z myślą dydaktyczną, dają szczegółowe objaśnienia wszelkich pojęć zasadniczych, a równocześnie umożliwiają wprawienie się w stosowaniu wiadomości nabytych.

Obok owych monografji mogą być bardzo użyteczne i podręczniki encyklopedyczne, a mianowicie jako przewodniki dla oceny właściwych proporcji różnych działów nauki, oraz jako repetytorja dla systematycznego ugrupowania całej budowy naukowej. Naogół polecamy je jednak do użycia nie przed przerobieniem monografji poszczególnych działów fizyki, lecz jako pomoc podczas i po przerobieniu owych monografji. Jedynie ten, kto się ogranicza do bardzo szczupłego, powierzchownego zakresu wiadomości, może zadowolić się przerobieniem jednego z podręczników niżej wymienionych np. małego Jägera. Wyjątek z tych reguł stanowi dzieło Witkowskiego, które uważamy za najodpowiedniejsze przejście od Stopnia II do III i które powinno służyć za pokarm umysłowy z zakresu fizyki podczas pierwszego roku przygotowawczego (który zresztą głównie poświęcony będzie przygotowaniu się z matematyki wyższej). Zapewne trudno będzie wyczerpać gruntownie całą treść tego dzieła w ciągu jednego roku, radzimy więc opuścić przy pierwszym studjum szczegóły mniej ważne i trudniejsze (zwłaszcza z zakresu elektryczności), natomiast należy powtórzyć i uzupełnić odpowiednie rozdziały przy późniejszym gruntowniejszym przerabianiu poszczególnych gałęzi fizyki wyższej.

Dzieło Witkowskiego polecamy również gorąco tym, którzy nie mogą oddawać się gruntowniejszemu studjowaniu całej fizyki (kategorje 3, 4 samouków, str. 155) przy założeniu oczywiście, że oprócz tego w zakresie działów, specjalnie dla nich ważnych, podejmują się gruntownego przerabiania monograficznych podręczników wyższego poziomu.

---

1. Systematyczne podręczniki całej fizyki.

A. Witkowski. Zasady fizyki, wyd. z zapomogi Kasy im. Mianowskiego. Warszawa. Skład w księgarni E. Wendego i S-ki.

Tom I. Wyd. 4. 1915. Str. XX+536. Cena rb. 2.40. Wydanie to wyszło w opracowaniu d-ra St. Lorii. T. II. Wyd. 2. 1908. Str. X+651. Cena rb. 2.40. (W przygot. wyd. nowe) Tom III. Wyd. 1. Str. IX+655, 1912. Cena rb. 2.40.

Dzieło niepośledniej wartości, nawskróś oryginalne pod względem układu i sposobu przedstawienia rzeczy, będące chlubą naszej literatury naukowej. Sądząc według formy wykładu, uważać je możnaby za dzieło elementarne, gdyż obywa się (z wyjątkiem kilku ustępów z dziedziny elektryczności) bez używania symbolów matematyki wyższej. Treścią swoją wznosi się jednak na wyższy poziom naukowy, niż liczne niemieckie dzieła z zakresu fizyki doświadczalnej, obliczone dla początkujących studentów uniwersytetu, jakie już omawialiśmy na str. 116, i dlatego stanowi ono najodpowiedniejsze przejście do Stopnia III. Zgłębienie różnych kwestji, które właściwie wchodzą w zakres pojęć matematyki wyższej, umożliwia autor przez użycie bardzo pomysłowych czasem sposobów dowodzenia (zwłaszcza metodami gieometrycznemi).

Autor posiadał w najwyższym stopniu dar przedstawiania nawet trudnych kwestji w sposób przejrzysty i przystępny dla wszystkich. Jasność, przy starannym zachowaniu ścisłości naukowej, dydaktyczna celowość oraz potoczystość wykładu są to główne zalety tego dzieła, dzięki którym nadaje się ono doskonale do samouctwa, o ile czytelnik przez własną pracę doświadczalną potrafi zastąpić doświadczenia, służące za punkt wyjścia wykładu. Zalety owe pociągają za sobą nawet pewne niebezpieczeństwo, gdyż czytelnik skłonny jest do mniemania, że przedmiot jest z natury rzeczy łatwy i sam przez się zrozumiały, a w skutek tego mógłby lekceważyć sobie jego trudności. W celu przeciwdziałania temu i dla gruntownego przyswojenia sobie przedmiotu, usilnie polecamy samoukowi przerabianie zadań, dołączonych w wielkiej liczbie (wraz z rozwiązaniami) do odpowiednich rozdziałów tekstu.

Jako ogólną cechę charakterystyczną, wyrażoną też w tytule, podnieść należy szczegółowe i gruntowne roztrząsanie pojęć zasadniczych i praw podstawowych fizyki, z pominięciem ubocznych szczegółów natury eksperymentalno-technicznej. Dzieło

Witkowskiego jest szkołą myślenia fizycznego; natomiast nie znajduje się tam ani szczegółowych opisów przyrządów, ani pięknych ilustracji, ani zastosowań praktycznych. Kto zaś z tą stroną fizyki bliżej chce się zapoznać, temu polecamy np. dzieło Müllera i Pouilleta, wymienione na str. 182.

Dwa te dzieła obejmują zakres fizyki przystępnej dla tych, którzy nie posiadają wykształcenia w metodach matematyki wyższej. Także osobom, pragnącym nabyć wyszkolenia gruntowniejszego w fizyce (nauczycielom szkół średnich, inżynierom, chemikom) polecamy dzieło Witkowskiego, mianowicie jako pomost, wiodący od Stopnia II do III. Słuchacze uniwersytetu postąpią najodpowiedniej, przerabiając je w pierwszym roku studjów, a równocześnie uzupełniając swoje wykształcenie matematyczne przez studjum początków rachunku różniczkowego i całkowego. Tym sposobem przysposobią się do dalszych studjów Stopnia III.

E. Riecke. Lehrbuch der Physik. Wyd. 5. Tom I. Str. XVI+600. T. II. Str. XII+775. Veit, Lipsk, 1912. Cena m. 26.

Autor posługuje się naogół matematyką elementarną, jednak w pewnych częściach używa też symbolów rachunku różniczkowego. Dzieło formą swoją zbliżone jest do kursów fizyki doświadczalnej (str. 116), ale zawiera materjał teoretyczny i doświadczalny stosunkowo bardzo obfity i przedstawiony w formie nadzwyczajnie treściwej, nawet nieco dogmatycznej. Niema w nim miejsca na dydaktyczne przygotowywanie wywodów i szczegółowe roztrząsanie pojęć. Dlatego też studjowanie jego jest stosunkowo trudniejsze, niż dzieła Witkowskiego, a nie umożliwi czytelnikowi tak gruntownego przeniknięcia zasadniczych podstaw przedmiotu. Natomiast właśnie z powodu obfitości szczegółów doświadczalnych może służyć jako dzieło informacyjne i jako uzupełnienie dzieła Witkowskiego. Główną zaletą jego jest ścisłość naukowa i uwzględnienie najnowszych postępów nauki.

J. H. Poynting and **J. J. Thomson.** Textbook of Physics. Londyn, Griffin. Dotychczas wyszły 4 tomy. Cena szyl. 44½. Treść: T. I Własności materji, str. VII+228; T. II Głos, str. XII+163; T. III Ciepło, str. XVI+354; T. IV Elektryczność i magnetyzm, str. 360.

Rozmiary dzieła tego odpowiadają mniej więcej Zasadom fizyki Witkowskiego, ale sposób wykładu jest odmienny i uderza oryginalnością. Autorowie łączą wykład doświadczalny

z teoretycznym i robią przytym użytek, choć w skromnych rozmiarach, z rachunku wyższego, kładąc jednak nacisk na fizykę właściwą i pomijając wszystko, co jest interesujące tylko pod względem matematycznym. Rzecz wymaga nieco większego przygotowania, niż dzieło WITKOWSKIEGO, ale z drugiej strony nie może zastąpić podręczników o charakterze matematyczno-teoretycznym.

Mimo to wypada dzieło powyższe gorąco polecić, zwłaszcza jako uzupełnienie przy studjowaniu dzieł czysto teoretycznych. Poszukiwania doświadczalne, metody miernicze i t. p. są przedstawione zwięźle, a dość wyczerpująco i pod tym względem dzieło to zawiera dużo pouczających uwag i szczegółów, które zaciekawią nawet fachowca. Nadzwyczaj jasny wykład, wysoka wartość naukowa, są to rzeczy same przez się zrozumiałe w dziele, którego autorami są wymienieni uczeni. Uważamy je za jeden z najlepszych nowszych podręczników angielskich.

Z podręczników właściwej fizyki teoretycznej, t. j. dzieł o charakterze matematyczno-fizycznym wymieniamy (mniej więcej w porządku od łatwiejszych ku trudniejszym):

G. Jäger. Theoretische Physik. Sammlung Göschen, Lipsk. 4 tomiki oprawne, po 90 fen. Tom I: Mechanika i akustyka. Tom II: Światło i ciepło. Tom III: Elektryczność i magnetyzm. Tom IV: Elektromagnetyczna teorja światła i elektronika.

Jest to fizyka teoretyczna w formacie kieszonkowym, przystępna dla każdego, kto jest obznajomiony z początkami matematyki wyższej. Myślą przewodnią jest przedstawienie materjału obfitego w sposób jak najprostszy i jak najzwięźlejszy, i ten cel autor w zupełności osiągnął. Naturalnie daremnie tu szukać głębszej analizy pojęć zasadniczych, starannych roztrząsań faktów doświadczalnych i hipotez, ścisłości lub ogólności wywodów, obfitości zastosowań. Wogóle nie jest to bynajmniej szkoła myślenia fizycznego i usilnie ostrzegamy przed uczeniem się fizyki teoretycznej z tego dziełka.

Można je jednak polecić osobom, które, nie mając zamiaru przystąpić do gruntowniejszej nauki, pragną z jak najmniejszym trudem nabyć pewnej, bardzo powierzchownej znajomości głównych zarysów przedmiotu. Również może się ono przydać, jako powtórzenie, osobom studjującym obszerniejsze podręczniki, w których początkujący wśród obfitości szczegółów łatwo zatraca z oczu zasady przewodnie. W układzie materjału występuje pewna nierównomierność, gdyż w pierwszych 3 tomikach uwzględ-

niono tylko dawną »klasyczną« fizykę; następnie, ażeby dziełko uzupełnić nowoczesnemi poglądami, dodano tomik 4-ty, zawierający teorję elektromagnetyczną światła, teorję promieniowania, elektronikę oraz początki teorji sprężystości, które nie były uwzględnione w tomie I-ym. Pierwszy tom, zawierający mechanikę, jest wogóle najmniej zadowalający, zaś ostatni tomik — najlepszy.

C. Christiansen und **J. Müller.** Elemente der theoretischen Physik. Mit Vorwort von E. Wiedemann. Wyd. 3. Lipsk, Barth, 1910. Str. X+690. Cena opr. m. 15.

Podręcznik ten, przerobiony z oryginału duńskiego, zawiera podstawowe zasady fizyki teoretycznej oraz niektóre najważniejsze ich zastosowania do specjalnych zagadnień matematycznych. Według intencji autorów ma on służyć za przygotowanie do zrozumienia prac naukowych z tego zakresu. W rzeczywistości bywa w Niemczech używany jako przygotowanie do egzaminu nauczycielskiego. Istotnie żaden inny podręcznik nie daje stosunkowo tak wiele materjału w szczupłej objętości jednego tomu, zachowując przytym pewną logiczną ciągłość wykładu i czyniąc do pewnego stopnia zadość wymaganiom ścisłości naukowej.

Należy jednak uczynić dwie uwagi: po pierwsze, uderza pewna nierównomierność układu, gdyż wstępny dział o mechanice trzymany jest na znacznie niższym poziomie, niż inne części, i nie daje nawet pojęcia o stanie nauki w tym zakresie. Działy o elektryczności są najlepszą częścią dzieła; natomiast brak zupełny tak ważnych części jak: teorja kinetyczna, optyka gieometryczna, interferencja, uginanie się światła, teorja promieniowania.

Druga uwaga jest ogólniejsza: ostrzegamy, samouków zwłaszcza, przed studjowaniem fizyki teoretycznej z dzieł tego rodzaju, tak nęcących swą szczupłą objętością. Są one doskonałe do pierwszego zapoznania się z rodzajem zagadnień, któremi nauka się zajmuje. Dobre usługi oddać mogą dalej jako ogólne przewodniki podczas gruntownej nauki, czerpanej z obszerniejszych dzieł specjalnych, i jako powtórzenie przy wykładach uniwersyteckich; ale początkującemu nie potrafią dać należytego zrozumienia rzeczy, podobnie jak nie nauczymy się mówić obcym językiem przez samo wyuczenie się słówek i re-

guł gramatycznych i jak nie pożywimy się, jedząc pokarm, złożony wyłącznie ze skoncentrowanych składników chemicznych. Zresztą zaznaczamy, że dzieło to stoi na wyższym poziomie naukowym, niż książka Jägera, ale jest nieco trudniejsze i wymaga gruntownej znajomości rachunku różniczkowego i całkowego.

Treść: 1. Nauka o ruchu. 2. Teorja sprężystości. 3. Równowaga cieczy. 4. Ruchy cieczy. 5. Lepkość. 6. Włoskowatość. 7. Dyfuzja i osmoza. 8. Elektrostatyka. 9. Magnetyzm. 10. Elektromagnetyzm. 11. Indukcja. 12. Elektroliza. 13. Drgania elektryczne. 14. Załamanie światła w ośrodkach przezroczystych. 15. Teorja ciepła. 16. Przewodnictwo ciepła.

Ukazało się także angielskie dzieło o podobnym poziomie naukowym:

Dr. R. A. Houstoun. An Introduction to Mathematical Physics. Londyn, Longmans, Green and Co. 1912. Str. IX+199. Cena szyl. 6.

Wymaga również pewnej biegłości w metodach matematyki wyższej, oraz znajomości fizyki doświadczalnej, ma zaś na celu wprowadzenie czytelnika do metod stosowania matematyki wyższej do fizyki. Nie zawiera zatym bynajmniej zaokrąglonego całokształtu fizyki matematycznej, lecz tylko krótki zarys pewnych, pod względem metodycznym ważniejszych działów: przyciąganie (teorja potencjału), hidrodynamika, szeregi Fouriera i przewodnictwo ciepła, ruch falowy, teorja elektromagnetyczna, termodynamika Rzecz jest napisana dobrze i może być bardzo użyteczna jako przygotowanie dla studenta, który zamierza rozpocząć gruntowniejsze studjowanie podstaw jednego z owych działów. Polecić ją można również jako przygotowanie do trudniejszego i gruntowniejszego dzieła Riemanna i Webera (str. 160).

Odmienny charakter posiada dzieło:

H. Bouasse. Cours de physique. Paryż. Delagrave. 6 tomów. Cena fr. 65; tom 1: mechanika fizyczna; tom 2: termodynamika, teorja jonów; tom 3: elektryczność i magnetyzm; tom 4: optyka, przyrządy optyczne; tom 5: elektrooptyka; tom 6: nauka symetrji. Częściowo wyszło już wydanie drugie, znacznie rozszerzone.

Jest to systematyczny kurs fizyki teoretycznej, zakrojony na skalę znacznie szerszą, niż poprzednio wymienione. Uwydatnia się w nim wybitny cel dzieła, którym jest podanie wiadomości z fizyki, potrzebnych dla kandydatów, przystępujących do egzaminu »de l'agrégation«. Plan ten ujawnia się w syste-

matycznym, równomiernym traktowaniu całego obszaru fizyki teoretycznej. Wśród wielkiego, skrzętnie nagromadzonego materjału wszędzie są naznaczone linje zasadnicze przedmiotu, ale żadna kwestja nie jest wyczerpana do gruntu. Wielką zaletą jest jasność i świeżość wykładu, podkreślanie cech istotnych, najważniejszych, ścisły związek wywodów matematycznych z rzeczywistością fizyczną (którą w innych dziełach często zaciemniają rozwlekłe i przesadnie szczegółowe rachunki). Natomiast razi niemile pewien ton dogmatyczny, tak przeciwny duchowi prawdziwie naukowemu, brak roztrząsań krytycznych, przemilczanie kwestji wątpliwych, brak wskazówek źródłowych i historycznych, wady związane z planem całego dzieła. Nie możemy go zatym polecać samoukowi jako »szkołę fizyki teoretycznej«, choć może ono oddać bardzo dobre usługi jako powtórzenie lub przewodnik, ułatwiający orjentację przy studjowaniu obszerniejszych monografji lub wykładów. Pod tym względem oczywiście stoi znacznie wyżej od Jägera i Christiansena. Tom szósty, zawierający fizykę kryształów, zasługuje zresztą na szczególniejszą uwagę specjalistów, zwłaszcza mineralogów. Zanim czytelnik początkujący rozpocznie studjowanie tomu I-go, powinien koniecznie przerobić inny podręcznik mechaniki, gdyż autor ogranicza się tutaj przeważnie do sprężystości i hidrodynamiki, a co do mechaniki punktu i ciał sztywnych odwołuje się do swego dzieła:

H. Bouasse. Traité de Mécanique rationnelle et expérimentale, formant la préface du Cours de Physique et spécialement écrit pour les physiciens et les ingénieurs, conforme au programme du certificat de Mécanique rationelle. Paryż. Delagrave. Str. 692. Cena fr. 20.

Wreszcie wymienimy dwa obszerne dzieła, o charakterze raczej informacyjnym, niż naukowo-dydaktycznym i zbliżające się układem swym do typu encyklopedji, które omówimy później (p. dział IX):

Müller-Pouillet-Pfaundler. Lehrbuch der Physik und Meteorologie. Wyd. 10, Brunświk, Vieweg, 4 tomy. Tom 1: Mechanika i akustyka; t. 2: Optyka; t. 3: Ciepło, chemja fizyczna, termodynamika i me-

teorologja; t. 4-ty w dwóch częściach: Magnetyzm i elektryczność. Cena opr. m. 81. 50. Ostatnia, trzecia część tomu czwartego w druku.

Jest to najobszerniejsze dziś istniejące dzieło o poziomie elementarnym. Wskutek tego, że autorowie używają tylko matematyki elementarnej i unikają wogóle zawilszych wywodów matematycznych, mogą dać zaledwo bardzo powierzchowny obraz teorji, natomiast z tym większą lubością opisują przyrządy, wyniki doświadczeń, metody mierzenia i pod tym względem dzieło to zawiera nawet takie szczegóły, których trudno znaleźć w innych. Można je polecić jako bardzo przystępnie napisany podręcznik informacyjny wszystkim tym, dla których wyższa fizyka teoretyczna pozostać musi tajemnicą z powodu braków w przygotowaniu matematycznym. Ostrzegamy tylko przed łatwo powstającym złudzeniem, że można nabyć gruntownej znajomości całej nauki z tego dzieła. Najważniejsze i najgłębsze działy fizyki, stanowiące właściwe jądro zagadnień naukowych, z powodu ich trudności są tu traktowane pobieżnie, albo też zupełnie musiano je pominąć.

O. D. Chwolson. Lehrbuch der Physik. Brunświk, Vieweg. 4 tomy. Treść: T. I Mechanika. T. II Akustyka i Optyka. T. III Ciepło. T. IV Elektryczność. Brak jeszcze ostatniej części tomu 4, która niebawem się ukaże. Cena tomów dotychczas wydanych m. 77.50. Jest to tłumaczenie z języka rosyjskiego, dokonane przez H. Pflauma i E. Berga; wychodzi również tłumaczenie francuskie przez E. Davaux z dodatkami pp. E. i F. Cosserat, nakładem księgarni A. Hermanna w Paryżu.

Dzieło to nazwano w tłumaczeniu niemieckim »Lehrbuch«. Sądzimy jednak, że wypada je raczej zaliczyć do dzieł encyklopedycznych, w których chodzi nietyle o podanie kursu systematycznego wiadomości, potrzebnych dla uczącego się, ile o wyczerpanie materjału przez wskazanie wszystkich ważniejszych prac, jakie się ukazały i jakie przydać się mogą szukającemu informacji. W wywodach matematycznych autor ogranicza się do głównych zarysów teorji, używając oczywiście rachunku wyższego (z wyjątkiem rozdziałów wstępnych), ale unikając rozważań trudniejszych i zawilszych. Obfitością szczegółów doświadczalnych natomiast dzieło to przewyższa przestarzałe Lehrbuch der Experimentalphysik Wüllnera i ustępuje pod tym względem jedynie encyklopedji: Handbuch der Physik Winkelmanna (p. dział IX). Zaletą jego jest jednolitość układu, jaka w zbiorowych wydawnic-

twach encyklopedycznych nie daje się osiągnąć a przedewszystkim uwzględnienie literatury naukowej aż do najnowszych czasów. Polecamy to dzieło nietyle jako podręcznik dla uczących się, ile jako dzieło informacyjne, zwłaszcza dla tych, dla których dzieło Winkelmanna nie jest przystępne.

2. Dzieła obejmujące większe działy fizyki.

Jako dzieła obejmujące wprawdzie nie całokształt fizyki, ale większe jej działy, przedstawione z ogólniejszego punktu widzenia, wymieniamy:

Wł. Natanson. Wstęp do fizyki teoretycznej. Wydawnictwo »Prac matematyczno-fizycznych«. Warszawa 1890. Str. XI+458. Cena rb. 4 (wyczerpane).

Piękne i oryginalne dzieło, wymagające jednak dość znacznego przygotowania i pewnej dojrzałości umysłowej. Nie jest to traktat systematyczny w zakresie całej fizyki teoretycznej, ani nawet pewnych jej części, lecz szereg luźnie ze sobą powiązanych działów (zasady dynamiki, ciężkość, ciążenie, energja, zasady termodynamiki, stany materji, reakcje, teorja kinetyczna materji), w których obrębie autor przedstawia stopniowy rozwój naszej wiedzy, wyłuszczając pojęcia zasadnicze, prawa oraz wnioski z nich wypływające. Za punkty wyjścia obiera przytym badania oryginalne autorów o historycznym znaczeniu i grupuje materjał naukowy z punktu widzenia tych zagadnień. Dzięki takiemu układowi dzieło zatraciło charakter suchego podręcznika dla uczących się, zyskało zaś powab nadzwyczaj zajmującego, źródłowego traktatu o owych kwestjach, do czego przyczynia się także piękny język i liczne, filozoficznym duchem tchnące uwagi. Z takiego układu wynika, że oprócz części więcej elementarnych i mogących istotnie służyć doskonale za wstęp do studjum mechaniki i termodynamiki, znajdują się poszukiwania specjalne, których zrozumienie może nastręczać początkującemu większe trudności (ścisłość prawa Newtona, prędkość rozchodzenia się grawitacji, hipoteza Lesage'a, dysocjacje, teorja kinetyczna Maxwella).

Polecamy je zatym przedewszystkim takim osobom, które nabyły już pewnej praktyki w metodach rachunku wyższego i które już z innych dzieł zapoznały się z początkami mechaniki teoretycznej i termodynamiki. Przeczytanie tego dzieła dostarczy im niemało pożytku, a nawet przyjemności. Olbrzymie postępy nauki od czasu jego wydania nie obalają treści dzieła, tylko raczej wymagają uzupełnienia w niektórych szczegółach.

J. Kunz. Theoretische Physik auf mechanischer Grundlage. Stutgart, Enke, 1907. Część 1: Dynamika, cz. 2: Termodynamika, cz. 3: Elektrodynamika. Str. X+499. Cena opr. m. 13.40.

Dzieło to nie zawiera systematycznego kursu całej fizyki, tylko wykład tych części, które stanowią podstawy dla mechanicznych teorji zjawisk fizycznych; z tego punktu widzenia autor usiłuje dać jednolity obraz zasadniczych praw fizyki. Tak np. ogólna dynamika jest tu traktowana dość gruntownie, ale niema ani hidrodynamiki, ani akustyki, gdyż te działy polegają tylko na zastosowaniu specjalnym zasad dynamiki ogólnej. Wogóle zastosowania prawideł teoretycznych odgrywają tu rolę drugorzędną. Dzieło godne polecenia dla tych, którzy przerobili już dzieła łatwiejsze (Christiansen, Bouasse). Sposób przedstawienia jest bardzo jasny i przejrzysty; oryginalna myśl zasadnicza pobudza zaciekawienie czytelnika i przyczynia się do oświetlenia rzeczy już znanych, z nowego punktu widzenia. Czytelnik krytycznie myślący znajdzie niejeden szczegół, wywołujący jego opozycję, radzimy też koniecznie jako przeciwwagę zająć się potym nowszemi badaniami nad teorją elektronów, wykazującemi, że pod wielu względami zjawiska mechaniczne dają się ująć łatwiej w ramy elektrycznego poglądu na świat, niż odwrotnie.

M. Planck. Acht Vorlesungen über theoretische Physik. Lipsk, Hirzel, 1910. Str. 127. Cena m. 3.60.

Jest to cykl odczytów, które autor wygłosił w r. 1909 w Columbia University. Treścią ich jest: 1) Wstęp. Odwracalność i nieodwracalność. 2) Stany równowagi termodynamicznej w roztworach rozrzedzonych. 3) Teorja atomistyczna materji. 4) Równanie charakterystyczne gazu jednoatomowego. 5) Promieniowanie, teorja elektrodynamiczna. 6) Promieniowanie, teorja statystyczna. 7) Dynamika ogólna, zasada najmniejszego działania. 8) Dynamika ogólna, zasada względności.

Autor przedstawia w nich niektóre działy fizyki teoretycznej z punktu widzenia poszukiwań ostatnich lat kilkunastu, przyczym uwzględnia zwłaszcza własne swe prace w dziedzinie

termodynamiki i promieniowania. Przystępne są one tylko dla tych, którzy przeszli już gruntowną naukę wyższej fizyki teoretycznej, im też czytanie tych wykładów sprawi prawdziwą rozkosz umysłową i wprowadzi ich do kwestji aktualnych nauki dzisiejszej.

3. Wykłady.

Zupełnie odrębnym rodzajem dzieł, różniącym się zasadniczo od podręczników, są kursy wykładów uniwersyteckich, jakie były wydawane przez Neumanna, Kirchhoffa, Helmholtza, Poincaré'go i innych. Jako cechy charakterystyczne można podnieść:

1) Brak systematycznego układu i nierównomierność traktowania przedmiotu. Zależnie od indywidualnego upodobania lub ubocznych okoliczności niektóre części przedmiotu są przedstawione krótko, powierzchownie, albo zostały zupełnie pominięte, gdy tymczasem inne są wyczerpane tak gruntownie, że tekst czasami zbliża się do poziomu źródłowego traktatu naukowego. Te ostatnie części, w których wyraźnie występuje indywidualność autora, są ciekawe dla fachowców, obeznanych już z konwencjonalną formą traktowania przedmiotu.

2) Ciągłość stylistyczna, naśladująca żywą mowę. Stanowi to główny powab takich wykładów dla początkujących, przyzwyczajonych do uczenia się pod kierownictwem nauczyciela. Podręczniki, przedstawiające materjał w postaci szeregu oddzielnych, między sobą nie powiązanych paragrafów lub rozdziałów, wydają się suchsze i wymagają więcej samodzielnej pracy, niż wykłady, w których czytelnik czuje się jakby oprowadzany przez doświadczonego przewodnika wśród nieznanego materjału.

3) Ujemną stroną jest zazwyczaj brak przejrzystości, brak wskazówek bibljograficznych, zastosowań i przykładów, oraz szczegółowych skorowidzów.

Na wykładach Neumanna, pochodzących z lat 1850—70, wychowała się starsza gieneracja fizyków niemieckich. Jakkol-

wiek w owych czasach miały one wartość dzieła klasycznego, dzisiaj wydają się nam często przeładowane ciężkim aparatem matematycznym oraz szczegółami znaczenia drugorzędnego, podczas gdy oczywiście brak w nich zupełny śladów kwestji dzisiaj w nauce żywotnych. Niektóre części, jak działy o włoskowatości, sprężystości, optyce undulacyjnej, i dzisiaj jeszcze służyć mogą jako przystępne monografje owych gałęzi fizyki matematycznej, jakkolwiek w całości znaczenie tych wykładów jest raczej historyczne.

Wykłady Kirchhoffa, zwłaszcza jego mechanika, zachowały w wyższym stopniu znaczenie aktualne. Odznaczają się one wysokim poziomem naukowym, klasyczną ścisłością, systematycznością, a przedewszystkim zwięzłością. Materjał w nich zawarty jest olbrzymi w stosunku do ich rozmiaru. Owa zwięzłość, posunięta często do przesadnej lakoniczności, utrudnia bardzo ich studjowanie i dlatego stanowczo odradzamy obieranie ich za przewodnika do studjów, jakkolwiek dojrzalsi czytelnicy, którzy z innych dzieł zdobyli już pewną znajomość przedmiotu, mogą z nich dużo skorzystać.

Z wymienionych tu dzieł najlepiej nadają się wykłady Helmholtza do wprowadzenia początkujących do fizyki teoretycznej. Autor nie ogranicza się do stenografji matematycznej, lecz obszernie uzasadnia i objaśnia znaczenie pojęć fizycznych i operacji matematycznych, przez co wykłady nabywają większej potoczystości. Treść ich jest wysoce wartościowa i daje poprawny pogląd na fizykę dzisiejszą, jeżeli ją uzupełnimy w zakresie dziedzin, które się rozwinęły w ciągu ostatnich lat dwudziestu (elektronika, teorja promieniowania, teorja kinetyczna). Uzupełnić również należy hidrodynamikę i teorję włoskowatości.

Również godne polecenia są wykłady Poincaré'go, ale nie tworzą one wcale kursu jednolitego, lecz raczej szereg dzieł odrębnych; dlatego też wymieniamy je częściowo wśród literatury poszczególnych gałęzi fizyki. Naogół trzeba przyznać, że teraz wszystkie te kursy wykładów odgrywają w nauczaniu znacznie mniejszą rolę, niż niegdyś, gdyż dzisiaj istnieją świetne dzieła monograficzne, które oddają lepsze usługi, niż te

wykłady, posiadające zawsze pewien charakter pracy doryw-czej i w znacznej mierze obecnie już przestarzałej.

F. Neumann. Vorlesungen über mathematische Physik. Lipsk, Teubner, 1881—94. 7 tomów: 1. Magnetismus. 2. Einleitung in die theoretische Physik. 3. Elektrische Ströme. 4. Theoretische Optik. 5. Elastizität. 6. Potential und Kugelfunktionen. 7. Kapillarität. Cena m. 62.40.

G. Kirchhoff. Vorlesungen über mathematische Physik. Lipsk, Teubner. 4 tomy: 1. Mechanik, wyd. 4-te, 1897. 2. Optik, 1891 (wyczerpane). 3. Theorie der Elektrizität u. des Magnetismus (wyczerp.). 4. Theorie der Wärme. Cena m. 47.

H. Helmholtz. Vorlesungen über theoretische Physik. Lipsk, Barth. 6 tomów: 1 B. I T. Einleitung zu den Vorlesungen. 2 T. Dynamik discreter Massenpunkte. — 2 Band. Dynamik kontinuirlich verbreiteter Massen. — 3 B. Mathematische Prinzipien der Akustik. — 4 B. Elektrodynamik und Magnetismus. — 5 B. Elektromagnetische Theorie des Lichtes. — 6 B. Theorie der Wärme. Cena m. 98.50.

II. Literatura poszczególnych gałęzi fizyki.

Treść: Uwagi ogólne. — 1. Termodynamika. — 2. Mechanika. — 3. Elektryczność.

Literaturę poszczególnych gałęzi fizyki układamy w system omawiany na str. 59, dzieląc ją na 3 działy główne: termodynamikę, mechanikę i elektryczność. Porządek tych działów odpowiada wzrastającej komplikacji pojęć i praw zasadniczych i oznacza także w myśl owych wywodów trzy kolejne szczeble rozwoju naukowego poglądu na świat, w stopniowym przejściu od bezpośredniego fenomenalizmu do coraz więcej abstrakcyjnego mechanizmu.

Nie wynika z tego jednak, żeby koniecznie należało trzymać się tej kolei przedmiotów przy studjowaniu fizyki wyższej. Początkujący nie powinien w żadnym razie zaczynać od elektryczności, może jednak rozpocząć niemal równie dobrze od termodynamiki jak też i od mechaniki. Ostatni sposób jest uświęcony tradycją, przyjęty prawie przez wszystkie podręczniki i istotnie dużo ma za sobą, gdyż mechanika wskutek rozwoju historycznego nabrała roli przodującej w fizyce. Właściwie jednak termodynamika, wraz z chemją fizyczną, wymaga stosunkowo mniejszego przygotowania matematycznego, niż mechanika i dlatego postawienie tego przedmiotu na czele jest racjonalne; jednak i w takim razie radzimy początkującemu zapoznać się najprzód chociażby z początkami mechaniki punktu, dla oswojenia się z pojęciami siły, pracy, energji potencjalnej, tak ważnemi w termodynamice właściwej.

1. TERMODYNAMIKA [1]).

Treść: Uwagi ogólne. — Podział: A. Termodynamika właściwa. B. Chemja fizyczna. — C. Elektrochemja. — D. Przewodnictwo cieplne. — E. Teorja kinetyczna materji. — F. Teorja promieniowania. — Wskazówki dydaktyczne. — Bibljografja: 1. Termodynamika właściwa wraz z zastosowaniami (działy A, B). 2. Uzupełnienia do działu chemji fizycznej (B). 3. Elektrochemja (C). 4. Przewodnictwo cieplne i dyfuzja (D). 5. Teorja kinetyczna (E). 6. Teorja promieniowania (F).

Do tego działu zaliczamy właściwą naukę o cieple oraz dziedziny zjawisk, dające się najłatwiej objąć z punktu widzenia pojęć i teorji, które się rozwinęły na tle zjawisk cieplnych. Ze względów dydaktycznych dołączamy również teorje atomistyczno-statystyczne, dążące do wyjaśnienia praw, charakterystycznych dla zjawisk cieplnych, jakkolwiek teorje te należą przez swoją istotę właściwie do mechaniki lub elektryczności. Rozważania z zakresu nauki o cieple odróżniają się od mechaniki i elektryczności jedną cechą charakterystyczną, mianowicie, że wielkości w niej występujące posiadają zwykle charakter »skalarny«, czyli niekierunkowy, t. zn. że nie wymagają wyobraźni przestrzennej (temperatura, ciepło, energja, entropja, potencjał, praca, gęstość, koncentracja, prężność); dlatego też rachunek wektorowy nie odgrywa tutaj żadnej roli. Okoliczność ta ułatwia znacznie rozważania matematyczne w tej dziedzinie, choć z drugiej strony abstrakcyjny charakter niektórych pojęć zasadniczych (jak entropja lub potencjał termodynamiczny) oraz subtelności logiczne, związane z pojęciem odwracalności i t. p., stanowią niemałe utrudnienie dla początkujących.

Dla oswojenia się z pojęciami termodynamiki, które w całym tym dziale zajmują miejsce naczelne, polecamy gorąco przerabianie zastosowań, a zwłaszcza przerabianie tych samych przykładów przy pomocy różnych metod argumentacji, a mianowicie: 1) metody prymitywnej, namacalnej, opierającej się na bezpośrednim rozważaniu wydajności odwracalnego procesu kołowego, jakiej zwykle używają chemicy, 2) metody wię-

[1]) Odpowiedniejszy byłby może wyraz »termika«.

cej abstrakcyjnej, polegającej na zastosowaniu pojęcia entropji, 3) metody potencjału termodynamicznego albo wolnej energji.

Materjał cały termodynamiki dzielimy na części następujące:

A. Termodynamika właściwa, wraz z zastosowaniem do odwracalnych zjawisk fizycznych w ściślejszym znaczeniu słowa.

Jest to dział nauki stosunkowo bardzo niedawnego jeszcze pochodzenia. Opiera się na dwu fundamentalnych zasadach: na twierdzeniu o zachowaniu energji (czyli niemożliwości perpetuum mobile 1-go rodzaju), wypowiedzianym wyraźnie przez R. Mayera, Joule'a i Helmholtza w latach 1842—1847, oraz twierdzeniu o entropji (czyli niemożliwości perpetuum mobile 2-go rodzaju), wygłoszonym przez Carnota w słynnej pracy »Sur la puissance motrice du feu« [1]) już w r. 1824, a ujętym później w formę ogólniejszą przez R. Clausiusa i W. Thomsona około r. 1850.

Termodynamika klasyczna, wychodząc z tych podstaw, określa znaczenie bezwzględnej podziałki temperatury i tym sposobem stwarza fundament racjonalny dla całej termometrji; opierając się dalej na badaniach empirycznych (wykonanych przez Joule'a i Thomsona, Regnaulta, Andrewsa, Van der Waalsa i późniejszych uczonych) właściwości termodynamicznych różnych substancji, oblicza zmiany temperatury, wywołane przez wpływy mechaniczne, określa prawa ciepła właściwego, zjawisk parowania i krzepnięcia i t. d. i łączy je z równaniem charakterystycznym dla danej substancji; daje tym sposobem podstawy racjonalne dla teorji skraplania gazów, dla teorji maszyn parowych, gazowych, maszyn do oziębiania i t. d.

Oprócz tych zastosowań specjalnych w dziedzinie właściwych zjawisk cieplnych, termodynamika rzuciła nowe światło na wszystkie niemal dziedziny fizyki, klasyfikując zjawiska fizyczne na odwracalne i nieodwracalne i dopatrując się w nich

---

[1]) która niebawem ukaże się w przekładzie polskim.

z tego punktu widzenia praw ogólnych oraz analogji dawniej nie zauważonych.

B. Chemja fizyczna.

Gdy Kirchhoff pierwszy raz w roku 1858 zastosował prawa termodynamiczne do zjawiska rozpuszczania się ciała stałego w cieczy, uważano to za przekroczenie właściwych granic fizyki i wejście w dziedzinę chemji. Tą samą drogą z większą śmiałością i systematycznością postępowali później Gibbs, Duhem, Van't Hoff, Planck, a metoda ich, polegająca na stosowaniu termodynamiki i dedukcyjnym wyprowadzaniu z niej różnych wniosków co do zjawisk chemicznych, oświetliła ostatnie w tak niespodziewany sposób i otworzyła tak rozległe perspektywy na tym polu, że trudno dzisiaj powiedzieć, gdzie się skończy zwycięski pochód termodynamiki, a tym samym ścisłych prawideł fizycznych, w dziedziny chemji.

Działy tak przerobione, t. zw. chemja fizyczna, tworzą dziś już osobną gałąź wiedzy, wykładaną na specjalnych katedrach, a wciąż jeszcze coraz rosnący zastęp badaczy rozszerza te badania. Każdy fizyk musi się koniecznie zapoznać z ogólną metodą klasyfikacji tych zjawisk (t. zw. prawo faz Gibbsa) oraz z podstawowemi metodami ich badania, ale materjał rozrósł się dzisiaj już do tak olbrzymich rozmiarów, że studjowanie wszelkich szczegółów możliwe tylko jest dla specjalistów zawodowych, oddających się tej nauce. Główne gałęzie jej są: teorja roztworów i teorja dysocjacji, a od nich odgałęziają się działy o charakterze specjalnym, jak np. badania powstawania złoży solnych, badania aljaży metalicznych i t. p. W luźnym związku z całą tą dziedziną, jak i z następną, jest szybko dzisiaj rozwijająca się chemja kolloidów, która jeszcze w znacznej mierze polega na prawach czysto empirycznych i jeszcze nie została całkowicie powiązana z resztą fizyki, jakkolwiek dokonano i pod tym względem postępów w czasach ostatnich.

C. Elektrochemja.

Dział ten jest blizko spokrewniony z poprzednim i niekiedy bywa do niego wliczany. Ogniskuje się on dokoła teorji dysocjacji elektrolitycznej Arrheniusa, która zdaje sprawę ze zjawisk, występujących przy przewodzeniu elektryczności w elek-

trolitach, oraz z działania ogniw galwanicznych (teorja NERNSTA). Łączą się w nim metody termodynamiki z poglądami, właściwemi atomistyce i elektronice.

D. Przewodnictwo cieplne.

Jest to dział dość luźno związany z termodynamiką, gdyż punkt widzenia termodynamiczny okazał się mało owocnym w tłumaczeniu tego rodzaju zjawisk nieodwracalnych. Teorja przewodnictwa cieplnego ma charakter fenomenologiczny (str. 52), opiera się całkowicie na pierwotnym pojęciu ciepła jako substancji, która nie powstaje sama przez się, ani nie znika, lecz zmienia swoje miejsce, przepływając z ciała cieplejszego ku zimniejszemu, w myśl zasadniczego prawa, wygłoszonego przez FOURIERA w 1822 r. (analogicznego do prawa OHMA w teorji elektryczności).

Od czasów tego gienjalnego matematyka zbadanie doświadczalne tych zjawisk zrobiło olbrzymie postępy, ale teorja jego pozostała w zasadzie niezmieniona, tylko pod względem matematyczno-formalnym ściślej ją wypracowano i uzupełniono. Jest to dziedzina ogromnie zajmująca dla matematyków i fizyków specjalistów, lecz wymaga dość znacznego przygotowania matematycznego i początkujący może ją pominąć zupełnie w pierwszym stadjum swego wykształcenia. Rzeczowo odmienna, ale formalnie całkiem analogiczna jest teorja dyfuzji, oparta na empirycznym prawie FICKA.

E. Teorja kinetyczna materji.

Teorja ta dąży do wyjaśnienia nietylko zjawisk cieplnych i zasad ogólnych termodynamiki, ale wogóle wszelkich mechanicznych i termodynamicznych właściwości różnych substancji, na podstawie założeń o atomistycznej budowie materji i o rodzaju ruchów, wykonywanych przez drobiny i atomy. Ta nadzwyczajnie ciekawa metoda badań ma niewątpliwie jeszcze wielką przyszłość przed sobą, należy jednak do najtrudniejszych działów fizyki, z powodu komplikacji matematycznych i wątpliwości logicznych, połączonych ze ścisłym stosowaniem metody statystycznej (czyli t. zw. rachunku prawdopodobieństwa). W żadnej też innej dziedzinie fizyki nie wyrosło tyle bezwartościowych chwastów jak na tym polu. Klasyczne są natomiast prace CLAUSIUSA, MAXWELLA, oraz krytyczne, ścisłe badania

Boltzmanna. W czasach nowszych teorja ta nabyła nowego rozmachu, zwłaszcza wskutek badań w dziedzinie mechaniki statystycznej (Gibbs), oraz wskutek połączenia z teorją elektronową, którego owocem jest wyjaśnienie dawnej zagadki: praw przewodnictwa elektryczności w gazach.

Długotrwały, zacięty spór z termodynamiką, a zwłaszcza z t. zw. energietyką, dzisiaj ucichł; pokazało się, że sprzeczności przeważnie są tylko pozorne; w pewnych punktach jednak, gdzie istotnie występują różnice, doświadczenia rozstrzygnęły na korzyść teorji kinetycznej (badania ruchów Browna). W przeciwieństwie do stanu przed laty 20 cieszy się ona dzisiaj powszechnym zaufaniem, jako niewyczerpane źródło poznania w zakresie fizyki materji[1]). W ścisłym związku z nią pozostają zatym także zjawiska przewodnictwa elektryczności w gazach, a w dalszym ciągu niedawno odkryte zjawiska promieniotwórczości. Oba te działy łączą się z drugiej strony jak najściślej z teorją elektronową i zwyczajnie zalicza się je do działu elektryczności, z którym są związane metodą badania doświadczalnego.

F. Teorja promieniowania.

Podczas gdy klasyczna optyka zajmuje się zjawiskami, zachodzącemi przy rozchodzeniu się promieni świetlnych w przestrzeni i przy przechodzeniu przez różne ośrodki, bez względu na źródło, skąd one pochodzą, teorja promieniowania bada związek między stanem fizycznym źródła światła, a jakością promieni wysyłanych. Ponieważ chodzi o wysyłanie fal elektromagnetycznych wskutek ruchu cieplnego, wykonywanego przez atomy lub elektrony, zrozumiałym jest, że w teorji tej ważną rolę odgrywają zasady termodynamiki, pojęcia teorji elektronów i przedewszystkim metody badania statystycznego, rozwinięte przez teorję kinetyczną gazów. Obejmuje ona badania teoretyczne, jak t. zw. prawo Kirchhoffa, tworzące podstawę analizy widmowej, prawa Stefana, Wiena, prawo promieniowania ciała »czarnego«, wyprowadzone przez Plancka, oraz łączące się z niemi badania doświadczalne. W tej właśnie dziedzi-

---

[1]) Odczuwać się daje tylko potrzeba pewnych reform lub uzupełnień z punktu widzenia teorji »kwantów« (patrz Zakończenie).

nie nasunęło się jedno z największych zagadnień dzisiejszej nauki, związane z pojęciem t. zw. kwantów energji, które poruszymy jeszcze w Zakończeniu.

Z działów tutaj wyliczonych najważniejszy jest oczywiście *A* i stosunkowo gruntowna jego znajomość jest niezbędna dla wszystkich samouków Stopnia III, nawet i tych, którym chodzi tylko o pogląd ogólny na fizykę wyższą, gdyż znajdujemy w nim podwaliny najwięcej rozpowszechnionego fizycznego poglądu na świat, opierającego się na pojęciu energji. Rozumie się, że meteorolog, a także konstruktor maszyn, musi osiągnąć specjalną biegłość w tej gałęzi. Dla samouka zajmującego się gieofizyką i gieologją pewne zagadnienia działu *D* mają także wielkie znaczenie (np. obliczenie wieku ziemi lorda Kelvina). Mineralog powinien się gruntownie zapoznać z działem *B*, który mu daje wiadomości podstawowe do teorji powstawania i przetwarzania się minerałów. Dla chemika fachowego działy *B* i *C* są oczywiście przedmiotem szczegółowego studjowania, lecz zupełne ich zrozumienie wymaga poprzedniego przerobienia działu *A* oraz zjawisk podstawowych elektryczności. Przyda mu się również pewna znajomość działu *E*, choć trudno w tym zakresie żądać gruntowniejszego wykształcenia, gdyż wymagałoby to studjów zbyt specjalnych.

Różnorodność przedmiotów, traktowanych w tych działach, objawia się w tym, że nie można wskazać podręcznika obejmującego wszystkie te części. Stosunkowo szerszy zakres posiadają: wykłady Kirchhoffa, t. 4 (działy *A*, *B*, *D*, *E*,) oraz termodynamika Sackura, a zwłaszcza obszerne dzieło o chemji fizycznej Jellinka. Zresztą omówimy literaturę naukową według poszczególnych gałęzi.

---

1. Termodynamika właściwa wraz z zastosowaniami. (działy *A* i *B*).

Kto nie włada językami obcemi, nie ma wyboru w literaturze tego przedmiotu. Wszystko, co posiadamy w naszym ję-

zyku, z trudnością zastąpi kurs systematyczny początków i podstaw termodynamiki:

St. Patschke. Zasady termodynamiki. Wydawnictwo Kasy im. H. Jewniewicza przy Stowarzyszeniu techników. Warszawa, 1912. Str. VIII+173. Cena rb. 1.20.

Dzieło to obejmuje tylko wykład dwu podstawowych zasad termodynamiki, w formie matematycznej, nadanej im przez Clausiusa, oraz ogólnych wniosków z nich wypływających, nie wchodzi jednak wcale w zastosowanie tych zasad do ciał rzeczywistych, opierające się na zbadaniu doświadczalnym ich równań charakterystycznych i t. d. Jest to zatym pewna część działu *A*, o charakterze bardzo abstrakcyjnym i suchym. Zresztą książka jest pisana bardzo przystępnie, przeznaczona dla początkujących, o ile naturalnie są obeznani z rachunkiem wyższym, i może być polecana samoukom do wstępnego studjum tego działu.

Pewna rozwlekłość wykładu, pochodząca ze szczegółowego wyprowadzania wszystkich rachunków, szerokiego omawiania szczegółów nawet o drugorzędnym znaczeniu, jest raczej, gdy chodzi o początkujących, zaletą niż wadą. Radzimy tylko czytelnikom usilnie, ażeby studjum tego dzieła uzupełniali czytaniem odpowiednich części podręczników fizyki doświadczalnej (Thomsona i Poyntinga, Chwolsona, Winkelmanna) lub dzieł, traktujących obszerniej o zastosowaniach termodynamiki, aby poznali praktyczną owocność tych metod i aby się przyzwyczaili do łączenia pojęć fizycznych z symbolami matematycznemi.

Książka powyższa nadaje się również jako przygotowanie do studjowania działu termodynamicznego we »Wstępie do fizyki teoretycznej« Natansona (p. str. 184), który wszystkim gorąco polecamy obok podręczników systematycznych, jako krótki zarys termodynamiki, doskonale napisany i do myślenia naukowego pobudzający. Nie tworzy on jednak kursu wyczerpującego i byłby za trudny dla początkujących.

Zwracamy również na tym miejscu uwagę samouków na rzecz popularno-naukową, mianowicie na zajmujące i pięknym językiem pisane »Odczyty i szkice« Natansona (p. str. 141),

z których 2 pierwsze dają pogląd ogólny na istotę zjawisk, wchodzących w zakres termodynamiki.

Jako uzupełnienie pewnego ważnego działu termodynamiki, w którym badania Polaków zajmują wybitne miejsce, polecamy broszurę:

K. Olszewski. Skraplanie gazów, szkic historyczny. Odbitka z Rozpraw Akad. Umiej. w Krakowie 1908. Str. 24. Cena kor. 1.

Pogląd na zasadnicze kwestje termodynamiki dają także broszury:

Z. Fuchs. Perpetuum mobile w świetle nauki. Odbitka z Czasopisma technicznego. Lwów, 1913. Str. 76.

Rzecz naogół dobra i poprawna.

H. Czopowski. Wstęp do termodynamiki. Odb. z Przeglądu technicznego. Warszawa, E. Wende i Ska. 1907. Str. 24. Cena kop. 20.

Jest to studjum o charakterze nieco filozoficznym, oparte o prace Macha, Stalla, Poincarégo, i dotyczy głównie pojęć temperatury, ciepła i ogólnych rozważań nad uzasadnieniem termodynamiki, w przeciwstawieniu do teorji kinetycznych.

— Zasady energetyki. Odb. z Przeglądu technicznego. Warszawa, E. Wende i Ska, 1906. Str. 63. Cena kop. 60.

Rzecz ta może w niektórych punktach zająć fachowca, ale nie polecamy jej uczącemu się, gdyż jest silnie zabarwiona osobistemi zapatrywaniami autora, których słuszność podlega dyskusji.

Znajomość języków obcych umożliwia nabycie wiadomości wszechstronniejszych i gruntowniejszych. Oprócz wspomnianego na Stopniu II doskonałego dziełka popularno-naukowego Maxwella: Theory of Heat polecamy jako podręczniki z zakresu termodynamiki matematycznej:

R. Blondlot. Introduction à l'étude de la thermodynamique. Wyd. 2. Paryż, Gauthier Villars, 1909. Str. VII+216. Cena fr. 4. To samo w tłumaczeniu niemieckim:

— Einführung in die Thermodynamik, übers. v. C. Schorr u. F. Platschek. Drezno, Steinkopff, 1912. Cena marek 4.

Jest to może najprzystępniejszy podręcznik działu *A*, nadający się doskonale do wprowadzenia początkujących w całą tę dziedzinę.

Nieco trudniejsze są następujące dzieła »klasyczne«:

R. Clausius. Die mechanische Wärmetheorie. 1 Band: Entwicklung der Theorie, soweit sie sich aus den beiden Hauptsätzen ableiten lässt, nebst Anwendungen. Wyd. 3. Brunświk, Vieweg, 1887. Str. XVI+403. Cena m. 8.

Autor, którego imię w historji fizyki na zawsze złączone jest z jasnym wypowiedzeniem zasady entropji, dał w pierwszym tomie tego dzieła bardzo przystępnie napisany i ściśle naukowy wykład zasad termodynamiki wraz z zastosowaniem do ciał jednorodnych, do zjawisk topienia i parowania, do teorji maszyny parowej i do prawa Kirchhoffa o promieniowaniu. Tom ten, a zwłaszcza jego rozdziały 1—11, do dziś dnia zachowały swoją wartość i można je polecić początkującym do nauki wstępnej. Natomiast tom drugi, dotyczący zastosowania termodynamiki w dziedzinie elektryczności, oraz tom trzeci, o teorji kinetycznej gazów, dzisiaj są zupełnie przestarzałe i mają już tylko znaczenie historyczne.

M. Planck. Das Prinzip der Erhaltung der Energie. Wyd. 3. Lipsk, Teubner, 1913. Str. XVI+278. Cena opr. m. 6.

Autor omawia szczegółowo rozwój historji naszego poznania w odniesieniu do zasady zachowania energji oraz analizuje z wielką ścisłością jej znaczenie logiczne.

+ **M. Planck.** Vorlesungen über Thermodynamik. Wyd. 4. Lipsk, Veit, 1913. Str. VIII+288. Cena opr. m. 7.50. To samo po francusku:

— Leçons de thermodynamique. Paryż, A. Hermann, 1913. Str. VIII+310. Cena fr. 10.

Dzieło to zawiera krótki, jasny wykład zasad termodynamiki, służący jako wstęp do właściwego przedmiotu, którym są zastosowania zasad termodynamiki, ze specjalnym uwzględnieniem zjawisk, wkraczających w dziedzinę chemji fizycznej (teorja roztworów, zjawiska dysocjacji, reguła faz i t. d). W tym zakresie własne badania autora zajmują pokaźne miejsce. Książka jest doskonale pisana pod względem dydaktycznym i naukowym i jest powszechnie uznana za jeden z najlepszych podręczników tego działu. Ostatnie wydanie zawiera także uzupełnienia dotyczące najnowszych badań (zasady Nernsta).

H. Poincaré. Thermodynamique. Wyd. 2. Paryż, Gauthier-Villars, 1908. Str. XIX+458.

Dzieło bardzo cenne, odznaczające się wysokim poziomem naukowym, a jednak wielką jasnością wykładu. Treść obejmuje dział *A* i główne zarysy działu *B* i *C*. Koniec tworzą rozważania krytyczne nad teorją mechaniczną zjawisk termodynamicznych (ruchy cykliczne Helmholtza itp.), w których autor jednak nie wchodzi w analizę tak ważnych dla całej teorji kinetycznej prac Boltzmanna (dział *F*).

G. H. Bryan. Thermodynamics; an Introductory Treatise, dealing mainly with first Principles and their Direct Applications. Lipsk, Teubner, 1907. Str. XIV+204. Cena m. 7.

Mimo nazwy »introductory treatise« nie polecamy tego dzieła początkującym, pragnącym zawrzeć po raz pierwszy znajomość z termodynamiką. Zwięzłość wykladu odczuwaliby jako trudność i nie docenialiby piękności tego dzieła, t. j. logicznej ścisłości rozumowania i starannej, gruntownej analizy wszystkich pojęć i twierdzeń podstawowych. Głęboko przemyślane roztrząsania, w których autor podkreśla cechy istotnie ważne, unikając rozwlekłych formalistycznych wywodów, jakie w innych dziełach tego rodzaju napotykamy, nadają tej książce wielką wartość naukową. Autor przedstawia w niej również zastosowania termodynamiki w zakresie fizyki i chemji, lecz tylko w krótkim zarysie, dla pokazania metody rozumowania. Polecić można to dzieło gorąco dojrzalszym samoukom oraz fachowcom, pracującym na tym polu, jako przewodnik wśród różnych trudności i finezji logicznych, których termodynamika nastręcza dużo.

Radzimy zresztą studjującym, aby się nie ograniczali do studjowania samej tylko abstrakcyjnej termodynamiki, lecz żeby się koniecznie zapoznali także z badaniami doświadczalnemi, w których te metody znajdują zastosowanie, gdyż zadaniem termodynamiki nie jest gimnastyka umysłowa, lecz ułatwienie owych badań. W tej myśli polecamy, oprócz ogólnych podręczników do fizyki doświadczalnej, monografje następujące:

J. P. Kuenen. Die Zustandsgleichung der Gase und Flüssigkeiten und die Kontinuitätstheorie. Brunświk, Vieweg, 1907. Str. X+241. Cena w opr. m. 7.10.

Autor, fizyk holenderski, który zasłużył się także własnemi badaniami do rozszerzenia wiadomości naszych na tym polu, przedstawił w sposób bardzo przejrzysty i zajmujący spekulacje teoretyczne, dotyczące równania stanu cieczy i gazów, jak też i wyniki badań doświadczalnych nad tym przedmiotem. Praca autora uwydatnia jasno, jak dalece zachowanie się gazów odbiega w rzeczywistości od przyjętej formy równania Van der Waalsa. Książkę tę uważamy za ważne uzupełnienie nauki teoretycznej, jak również za wielkie ułatwienie przy pracy naukowej w tej dziedzinie, a to zwłaszcza ze względu na omówienie porównawcze badań nowoczesnych.

Jeszcze gruntowniej i wszechstronniej przedmiot ten jest opracowany w artykule H. Kamerlingh Onnesa i W. H. Keesoma w Encyklopedji nauk matematycznych T. 5, I p. t. Die Zustandsgleichung. (Patrz dział IX). Zawiera porównanie wszelkich badań z tego zakresu, nadzwyczajnie cenne dla specjalistów.

Strona praktyczno-doświadczalna wysuwa się na pierwsze miejsce w dziele:

M. Travers. Experimentelle Untersuchung von Gasen mit Vorwort von Sir William Ramsay. Deutsch von Dr. Tadeusz Estreicher. Brunświk, Vieweg, 1905. Str. XII+372. Cena opr. m. 10.

Jest to świetny podręcznik do badań laboratoryjnych a równocześnie repertorjum wyników naukowych, osiągniętych na tym polu aż do ostatnich czasów. Chodzi tu o badanie gazów pod względem chemicznym, pod względem właściwości mechanicznych, cieplnych i optycznych. Że prace nad skropleniem gazów, zjawiskami krytycznemi i t. d. zajmują wśród tego materjału miejsce naczelne, jest zrozumiale, jeżeli się uwzględni rzeczowe znaczenie tych przedmiotów, jakoteż osobiste skłonności autora i tłumacza, którzy obaj są znani jako wybitni badacze na tym polu fizyki. Własne ich doświadczenia uwidoczniają się także w licznych i cennych wskazówkach praktyczno-eksperymentalnych. W całości swej dzieło to jest niemal niezbędne dla fachowców, pracujących na tym polu.

Za minimum wiadomości z działów *A B* dla ogólnego wykształcenia fizycznego (II kategorja samouków) uważamy gruntowne przerobienie rodziałów I—XI Clausiusa lub książki Blondlota, wykładów Plancka, książki Natansona oraz pobieżniejsze przerobienie Kuenena. Polecamy także książkę Sackura, w dalszym ciągu wymienioną, zwłaszcza jako nowoczesne uzupełnienia dzieł starszych.

Fizyk powinien dla zaokrąglenia swego wykształcenia nabyć koniecznie także pewnego, choć pobieżnego poglądu na zastosowanie termodynamiki w praktyce, t. j. na teorję maszyn parowych i innych silnic cieplikowych. Zwłaszcza nauczyciele szkół średnich powinni się uzbroić w pewne pod tym względem wiadomości fachowe, aby móc zaspokoić ciekawość swych uczniów. Dla ogólnej orjentacji na tym polu polecamy dziełka popularne, wydane przez Teubnera w Lipsku (po cenie m. 1.25):

R. Vater. Dampf und Dampfmaschine. Wyd. 2, 1909. Str. VI+134.

— Einführung in die Theorie und den Bau der neueren Wärmekraftmaschinen. Wyd. 3, 1909. Str. IV+143.

(Motory gazowe, benzynowe i t. d.).

— Neuere Fortschritte auf dem Gebiete der Wärmekraftmaschinen. Wyd. 2, 1909. Str. VI+126.

(Turbiny parowe, motory gazowe i t. p.).

Gruntowniejszych wiadomości fachowo-technicznych dostarcza np. dzieło:

J. Perry. Steam, Gas and Oil Engines. Londyn, Macmillan. 7½ sz.

— Die Dampfmaschine (einschl. d. Dampfturbine) und Gas- und Ölmaschinen. Deutsch bearb. v. H. Meuth. Lipsk, Teubner, 1909. Str. XII+708. Cena opr. m. 22.

Kto tym przedmiotem zamierza się zajmować fachowo, musi się zwrócić po informacje o szczegółach konstrukcyjnych do obszernej literatury technicznej tego zakresu, która wychodzi poza ramy bibljografji niniejszej.

Natomiast wymienimy na tym miejscu jeszcze jedno dzieło o termodynamice ogólnej, wraz z pokrewnemi gałęziami mechaniki, na które zwracamy uwagę fizyków i techników:

J. Weyrauch. Grundriss d. Wärmetheorie. 2 tomy. Stuttgart, Wittwer, 1907.

Dzieło to przeznaczone jest do nauki teoretycznej w politechnice i uwzględnia specjalnie zastosowania termodynamiki w praktyce technicznej, nie wchodząc jednak w szczegóły konstrukcji silnic cieplikowych. Zaletą jego są liczne zadania podawane wraz z szczegółowym rozwiązaniem.

2. Uzupełnienie do działu: B. Chemja fizyczna.

Kto zajmuje się chemją fizyczną, nie może się zadowolić literaturą powyżej przytoczoną i musi ją uzupełnić dziełami specjalnemi z tego zakresu. Na tym miejscu podajemy tylko kilka tytułów ważniejszych, zresztą odsyłamy do działu chemji (T. III Poradnika). Mamy tu również na myśli chemików, którzy zajmują się fizyką o tyle tylko, o ile to jest potrzebne do ich fachu głównego. Takim chemikom, którzy pod względem matematycznym nie są dostatecznie przygotowani, polecamy przerobić najprzód Walkera lub Ostwalda (Grundriss), następnie Sackura, później mogą przejść do dzieł Van t'Hoffa i Duhema, używając równocześnie Nernsta jako ogólnego podręcznika informacyjnego.

O. Sackur. Lehrbuch der Thermochemie und Thermodynamik. Berlin, Springer, 1912. Str. 340. Cena m. 12.

Dzieło to polecamy zwłaszcza z tego powodu, że daje dobry pogląd na najnowszą fazę rozwoju nauki (badania nad ciepłem właściwym w temperaturach nizkich, teorja promie-

niowania, zasada NERNSTA) i w należyty sposób uwzględnia zdobycze, osiągnięte przez teorję kinetyczno-atomistyczną, które w innych dziełach bywają zwykle ignorowane pod wpływem szkoły OSTWALDA i DUHEMA. Dzięki tej nowoczesności może oddać doskonałe usługi fachowcom, do czego się przyczyniają liczne wskazówki bibljograficzne; przydatne jest również dla studjujących, gdyż wprowadza ich w metody termodynamiki sposobem bardzo przystępnym, ułatwia ile możności wywody matematyczne i łączy je ze szczegółowym omówieniem materjału, pochodzącego z badań doświadczalnych.

Główne rozdziały będą zrozumiałe dla każdego, kto przeszedł np. Zasady fizyki WITKOWSKIEGO, właściwą korzyść jednak ten tylko odniesie, kto posiada pewną wprawę w matematyce wyższej. Fizykom radzimy przejść później, dla pogłębienia wiedzy, do dzieł ściślejszych i gruntowniejszych, w rodzaju PLANCKA, POINCAREGO, DUHEMA. Kto, nabywszy już pewnego wykształcenia w zakresie fizyki i matematyki, przechodzi do termodynamiki, zrozumie wyżej wymienione dzieło bez trudności.

Początkującym jednak, którzy pragną się zaznajomić specjalnie z chemją fizyczną, nie przeszedszy poprzednio termodynamiki, polecamy jako najelementarniejszy wykład chemji fizycznej tlumaczenie dziela angielskiego:

J. Walker. Einführung in die physikalische Chemie, übersetzt von H. von STEINWEHR. Wyd. 2. Brunświk, Vieweg, 1914. Str. X+503. Cena opr. m. 10.

Wyklad bardzo przystępny i jasny, przydatny szczególnie dla samouctwa. Po takim przygotowaniu czytelnik może przejść do SACKURA i do dzieł poniżej przytoczonych.

Kto pragnie nabyć tylko pewnego ogólnego poglądu na metody badania, jakiemi posluguje się nowoczesna chemja fizyczna, a nie chce czasu i pracy ofiarować na przestudjowanie obszerniejszego dzieła, temu polecamy gorąco przeczytanie przystępnej książeczki:

Van t'Hoff. 8 Vorträge über physikalische Chemie. Brunświk, Vieweg, 1902. Str. 81. Cena m. 2.50. To samo w tlumaczeniu francuskim p. t.:

— La chimie physique et ses applications. Paryż, Hermann. 1903, Cena fr. 3.50.

Z pożytkiem mogą z niej korzystać i tacy, który nie znają jeszcze termodynamiki matematycznej. O wiele gruntownieszym dziełem jest:

Van t'Hoff. Vorlesungen über theoretische und physikalische Chemie. 3 części. Brunświk, Vieweg, 1903, Cena m. 14. — To samo po francusku p. t.:

— Leçons de chimie physique. Paryż, A. Hermann, 1900. Cena fr. 23.

Odpowiada poziomowi średniemu. Dzieło nacechowane typowemi właściwościami umysłu słynnego autora: nadzwyczajną jasnością, a także lakoniczną zwięzłością wykładu, dążeniem do uproszczenia wywodów teoretycznych i do uniknięcia zawiłych formuł i pojęć abstrakcyjnych, podkreśleniem rysów typowych, bez pretensji do całkowitego wyczerpania materjału.

Wybitne miejsce wśród literatury termodynamiki i chemji fizycznej zajmują dzieła Duhema. Tym, którzy się już zapoznali z »początkami« tych nauk, polecamy z pomiędzy nich książkę:

P. Duhem. Thermodynamique et chimie. Leçons élémentaires à l'usage des chimistes. Wyd. 2. Paryż, A. Hermann, 1910. Str. XII+590. Cena fr. 16.

Rzecz stosunkowo przystępna; drugie wydanie uzupełnione pracami najnowszemi. Znacznie wyższego przygotowania matematycznego wymaga natomiast obszerne dzieło:

P. Duhem. Traité élémentaire de mécanique chimique, fondée sur la thermodynamique. Paryż. Hermann, 1899. 4 tomy. Cena fr. 46.

Posiada wielką wartość naukową. To samo stosuje się do dwu innych dzieł tegoż autora, bardzo ważnych dla specjalistów:

— Le potentiel thermodynamique et ses applications à la mécanique chimique et à l'étude de phénomènes électriques. Wyd. 2. Paryż, Hermann, 1895. Str. XI+247. Cena fr. 15; oraz:

— Traité d'énergétique ou de thermodynamique générale. 2 tomy. Paryż, Gauthier-Villars, 1911. Cena fr. 36.

Trudno o większy kontrast od tego, jaki spotykamy w dziełach Van t'Hoffa i Duhema, choć co do treści są tak pokrewne. Duhem w dążeniu do stworzenia jak najogólniejszego opisu zjawisk fizycznych i chemicznych posługuje się pojęciem potencjału termodynamicznego, co nadaje jego rozważaniom cechę niezwykłej piękności matematycznej, równocześnie także abstrakcyjności, utrudniającej zrozumienie dla umysłów niewyćwiczonych w oderwanym myśleniu matematycznym. Dlatego nie radzimy studjowania ostatnio wymienionych 2 dzieł nikomu, kto nie przerobił termodynamiki przy pomocy dzieł poziomu średniego. Pod-

kreślamy to jako ostrzeżenie dla prostodusznych chemików, których słowo »élémentaire« może w błąd wprowadzić.

Obok gałęzi klasycznych chemji fizycznej, ściśle związanych z termodynamiką, dzisiaj zyskuje coraz większe znaczenie pewien dział specjalny tej nauki, nadzwyczaj żywo obecnie rozwijający się, a mianowicie badania nad t. zw. roztworami kolloidalnemi. Dla ogólnej orjentacji w tym przedmiocie możemy polecić artykuły sprawozdawcze:

J. Zawidzki. O roztworach kolloidalnych. Wszechświat, 1910. Warszawa.

A. Gałecki. O roztworach kolloidalnych. Kosmos, tom 34. Lwów, 1909.

Kto w tym zakresie chce się oddać studjom specjalnym, powinien poznać dzieła:

H. Freundlich. Kapillarchemie. Eine Darstellung der Chemie der Kolloide und verwandter Gebiete. Akadem. Verlagsgesellsch. Lipsk, 1909. Str. VIII+591. Cena m. 16.30.

Wolfgang Ostwald. Grundriss der Kolloidchemie. Drezno, Steinkopff. Wyd. 3 w dwu częściach.

Pierwsze z tych dzieł jest próbą konstrukcji systematycznej na podstawie teorji absorpcji, w drugim zaś autor usiłował dać zarys systematyki kolloidów, opartej na indukcji przy pomocy skrzętnie nagromadzonych materjałów. Pierwsze będzie sympatyczniejsze dla fizyka, drugie dla chemika. Zwięźlejsze streszczenie głównych wyników teoretycznych daje książka przetłumaczona z oryginału włoskiego:

L. Cassuto. Der kolloide Zustand der Materie. Drezno, Steinkopff, 1913. Str. VIII+252. Cena m. 8.50.

Natomiast treściwe zestawienie faktów doświadczalnych jest głównym celem dzieła:

R. Zsigmondy. Kolloidchemie, ein Lehrbuch. Lipsk, Spamer, 1912. Str. XI+294.

Jako obszerny podręcznik informacyjny, obejmujący cały zakres chemji fizycznej wraz z pokrewnemi działami *A*, *C*, polecamy przedewszystkim:

W. Nernst. Theoretische Chemie vom Standpunkte der Avogadroschen Regel und der Thermodynamik. Wyd. 7. Stuttgart, Enke, 1913. Str. XVI+838. Cena m. 24.80.

To samo w tłumaczeniu francuskim:

— Traité de chimie générale. Paryż, A. Hermann, 1912. 2 tomy. Cena fr. 22.

Dzieło to daje obszerny, encyklopedyczny zarys ogólnych właściwości materji, objawiających się na całym obszarze zjawisk fizycznych i chemicznych, nie wchodzi jednak w roztrząsanie właściwości specjalnych, jakie okazują różne pierwiastki i połączenia. Jako tło, na którym autor rozwija swoje dzieło, występuje konsekwentnie teorja atomistyczna łącznie z wywodami termodynamicznemi. Jest to książka znakomita i powszechnie znana, posiada jednak charakter raczej informacyjny, niż dydaktyczny.

Djametralnie odmienne stanowisko zajmują dzieła Ostwalda, w których autor dąży do wyrugowania pojęć atomistycznych i do oparcia całej teorji na energietyce. Pokrewne też są myśli zasadnicze francuskiego uczonego Duhema, które jednak ubrane są w ciężką szatę matematyczną. Kierunek Ostwalda należy dzisiaj w nauce już do przeszłości i sam Ostwald w ostatnim (czwartym) wydaniu niżej omawianego »Grundriss« zaprzestaje dalszego prowadzenia walki z atomizmem. Niemniej porównanie sposobów przedstawienia rzeczy z różnych punktów widzenia jest bardzo pouczające i wyrabia zmysł krytyczny. Dlatego polecamy dzieła Ostwalda również; odznaczają się one także wielkiemi zaletami naukowemi i dydaktycznemi. Odnosi się to zwłaszcza do książki:

W. Ostwald. Grundriss der allgemeinen Chemie. Wyd. 4-te. Lipsk, Steinkopff. Str. 661. Cena opr. m. 21.20.

Treść bardzo obfita, tak że książka zbliża się raczej do poziomu podręcznika niż »zarysu«, przeznaczonego dla początkujących, jakim właściwie miała być. Zresztą jest pisana jasno, bardzo przystępnie i zajmująco.

Wreszcie musimy zwrócić uwagę fachowców i studjujących na niewyczerpane źródła wszelakich informacji, jakim jest wychodzące obecnie dzieło:

K. Jellinek. Lehrbuch der physikalischen Chemie. Stuttgart. Enke.

Całość ma się składać z czterech tomów. Dwa, które się dotychczas ukazały, zawierają krótki zarys termodynamiki i naukę o stanach skupienia. Wywody teoretyczne są jasne i wyczerpujące; strona doświadczalna jest również przedsta-

wiona bardzo szczegółowo i zgodnie z najnowszemi badaniami; uderza obfitość wskazówek bibljograficznych, do upiększenia strony zewnętrznej przyczyniają się portrety uczonych; wogóle dzieło to posiada tylko jedną wielką wadę: olbrzymią objętość i odpowiednią cenę.

3. Elektrochemja.

M. Centnerszwer. Teorja jonów, jej rozwój i najnowsze kierunki. Krótki zarys teoretycznych zasad elektrochemji. Warszawa, Centnerszwer, 1902. Str. 64. Cena kop. 60.

Treść: Wstęp. Teorja roztworów i pojęcie jonów. Klasyczna epoka teorji jonów. Najnowsze kierunki badań.

Nie jest to oczywiście podręcznik do nauki, lecz krótki, przystępnie i zajmująco napisany szkic, dający pobieżny pogląd na cały obszar badań elektrochemicznych. Polecamy go początkującym jako wstęp dla ogólnej orjentacji, a także podczas dalszej nauki, ze względu na wzmianki sprawozdawcze o niektórych nowszych badaniach. Systematyczniejszym dziełem jest:

R. Lüpke. Grundzüge der Elektrochemie auf experimenteller Basis. Wyd. 5-te, wydał E. Bose. Berlin, Springer, 1907. Str. XII+271. Cena opr. m. 6.

Jest to bardzo rozpowszechniony mały podręcznik, który wprowadza uczącego się w obręb zjawisk elektrochemicznych drogą bardzo wygodną, przy pomocy prostych, łatwo wykonalnych doświadczeń i przystępnych, szeroko objaśnionych rozważań rachunkowych. Fizyk może w nim opuścić niektóre szczegóły w działach o elektrolizie, mające znaczenie specjalne dla chemji. Książka ta jednak nie daje obrazu najnowszego rozwoju nauki, szybko w tej dziedzinie postępującej.

M. Le Blanc. Lehrbuch der Elektrochemie. Wyd. 6-te. Lipsk, Leiner, 1914. Str. VIII+352. Cena opr. m. 9.

To samo w tłum. francuskim: Traité d' Electrochimie. Paryż Gauthier-Villars, 1904. Str. IV+332. Cena fr. 7.

Książka także bardzo przystępnie napisana, ale o charakterze nieco więcej naukowym, z licznemi odnośnikami do prac źródłowych. Dla dalszych studjów specjalnych odsyłamy do Winkelmanna »Handbuch der

Physik«, Graetza »Handbuch der Elektrizität« oraz do rocznych sprawozdań w »Jahrbuch der Elektrochemie«.

4. Przewodnictwo cieplne i dyfuzja.

Radzimy zająć się tym działem dopiero po nabyciu pewnej wprawy w równaniach różniczkowych cząstkowych łatwiejszego rodzaju, jakie np. występują w hidrodynamice, akustyce i teorji potencjału.

Początkującemu może się przydać, dla ogólnej orjentacji w teorji matematycznej tych zjawisk, artykuł:

H. Merczyng. Równanie różniczkowe Fouriera. Odbitka z »Wiadomości matematycznych«. Tom XI. 1907. Str. 23.

Podstawową wartość dziś jeszcze posiada klasyczne dzieło:

Fourier. Théorie analytique de la chaleur. 1823. Nowo wydane w r. 1888. Paryż, Gauthier-Villars. Str. XXVIII+564. Cena fr. 25.

Oprócz tego wymieniamy:

H. Poincaré. Théorie analytique de la propagation de la chaleur. Paryż. Gauthier-Villars, 1895. Str. 316. Cena fr. 10.

Oba dzieła ograniczają się do przedstawienia teorji matematycznej tych zjawisk, nie wchodząc w szczegóły fizyczne. Zwięzły zarys teorji matematycznej znajduje się również w podręcznikach Christiansena Houstona, Bouasse'a, w książce Kirchhoffa: Theorie der Wärme (p. str. 188) oraz w książce Riemanna i Webera: Partielle Differenzialgleichungen (p. str. 160).

Co do fizyki tego działu odsyłamy zresztą do podręcznika Winkelmanna, oraz do Encyklopedji nauk matematycznych (p. dział IX), w których można znaleźć opis metod i porównanie wyników badań doświadczalnych.

Teorja dyfuzji jest zupełnie analogiczna z teorją przewodnictwa cieplnego. Zjawisko to tylko w podręcznikach doświadczalnych jest opracowane, zresztą w sposób dosyć pobieżny. Rozważania, dotyczące mechanizmu ruchów drobinowych, które powodują dyfuzje i przewodnictwo ciepła, oraz badania związane z tym przedmiotem, można znaleźć w dziełach traktujących o teorji kinetycznej.

5. Teorja kinetyczna.

Przed właściwym studjowaniem tego działu trzeba koniecznie nabyć gruntownej znajomości mechaniki (punktu i ciał

sztywnych) oraz działu *A* termodynamiki. Wtedy najprościej wiedzie do celu przerobienie książki Byka, następnie Jägera, potym Boltzmanna. W polskiej literaturze naukowej ten dział jest stosunkowo obficiej zasilany, niż inne. Oprócz Wstępu do fizyki teoretycznej Natansona, zawierającego dość obszerny zarys teorji Maxwella, wymieniamy kilka artykułów o charakterze popularno-naukowym lub sprawozdawczym:

W. Natanson »Odczyty i szkice« p. str. 141.

M. Smoluchowski. Ewolucja atomistyki. Rocznik Ak. Umiej. Kraków, 1911, oraz Wiadomości matematyczne, 1912.

— Dzisiejszy stan teorji atomistycznej. Kosmos. T. 38. Lwów, 1913. Str. 18.

H. A. Lorentz. Termodynamika i teorja kinetyczna. Wiadomości matematyczne. 1906. Str. 23. Cena kop. 30.

Są to tylko szkice pewnych działów teorji kinetycznej, które ułatwić mogą wyrobienie poglądu na tę dziedzinę, nie mogą jednak zastąpić podręcznika metodycznego. Z tych ostatnich wymieniamy:

O. E. Meyer. Die kinetische Theorie der Gase. Wyd. 2-gie. Wrocław, 1899.

Książka bardzo rozpowszechniona. Ukazała się także w wydaniu angielskim p. t. The kinetic Theory of Gases. Translated by R. E. Baynes. 1899. Londyn, Longmans, Green. Str. XVI+472.

Zawiera bardzo przystępny, elementarny wykład teorji kinetycznej gazów i badań doświadczalnych z nią związanych oraz dodatek matematyczny, uzupełniający wywody tekstu z zastosowaniem rachunku wyższego. Dzieło to cieszy się w Niemczech wielką sławą i jest napisane bardzo zajmująco, zawiera liczne szczegóły ciekawe także i dla fachowca. Tym więcej trzeba ostrzec przed błędami zasadniczemi, które się znajdują w rozdziałach o lepkości, przewodnictwie ciepła i dyfuzji. Autor w tych punktach nie umiał skorzystać należycie z badań Maxwella i Boltzmanna. W ogólności uważamy to dzieło za przestarzałe.

A. Byk. Einführung in die kinetische Theorie der Gase. 2 Bände. Teubner, Lipsk. 1 Teil: Die idealen Gase. Str. V+102. Cena opr. m. 3.20. Druga część w przygotowaniu.

Dzieło to daje zarys teorji kinetycznej w formie przystępniejszej, aniżeli Boltzmann, obszerniejszej niż Jäger, a więcej zgodnej z poziomem nauki dzisiejszej niż Meyer. W pew-

nych szczegółach książka ta dałaby się jeszcze poprawić, ale w ogólności polecić ją można bardzo jako podręcznik do nauki wstępnej w tej dziedzinie. Kto pragnie zapoznać się jeszcze gruntowniej z tym przedmiotem, niech następnie przejdzie do dzieła Jägera, a zwłaszcza Boltzmanna.

G. Jäger. Die Fortschritte der kinetischen Gastheorie. Brunświk, Vieweg, 1906. Str. XI+121. Cena opr. m. 4.10.

Połowę tego dziełka autor przeznaczył na krótki wykład twierdzeń teorji kinetycznej. Dał tylko krótki zarys, nie wszędzie zgodny z ścisłością naukową, umożliwiający jednak zrozumienie części drugiej, w której omawia krótko badania klasyczne Boltzmanna oraz pewne nowsze prace innych autorów. Całe dziełko jest godne polecenia, zwłaszcza dla tych, którzy znają tylko przestarzały podręcznik Meyera. Może także posłużyć jako wstęp do Boltzmanna. Wymaga pewnego wykształcenia matematycznego, bez którego nie należy wogóle rozpoczynać studjowania teorji kinetycznej.

L. Boltzmann. Vorlesungen über Gastheorie. I Band: Theorie der Gase mit einatomigen Molekülen, deren Dimensionen gegen die mittlere Weglänge verschwinden. Wyd. 2. 1910. Str. VI+204. Cena opr. m. 7. II Band: Theorie von Van der Waals. Gase mit zusammengesetzen Molekülen. Gasdissoziation. Schlussbemerkungen. Lipsk, Barth, 1898. Str. X+265. Cena m. 8.

Wyszło również po francusku p. t. Leçons sur la théorie des gaz. Paryż, Gauthier-Villars, 1904. 2 tomy. Cena fr. 18.

Jest to do dziś dnia najgruntowniejszy podręcznik teorji kinetycznej gazów, zbyt jednak trudny dla początkujących. Trudności leżą co prawda w istocie przedmiotu, jeżeli się chce go traktować w sposób ściśle naukowy, nie zaś w sposobie wykładu autora, który jest wzorem jasności. Polecamy rzecz jak najgoręcej po przerobieniu dzieła łatwiejszego.

Jako nowsze dzieło, o poziomie naukowym odpowiadającym książce Boltzmanna, wymieniamy jeszcze:

J. H. Jeans. The Dynamical Theory of Gases. Cambridge University Press. 1904. Str. VI+382. Cena szyl. 15.

Dzieło to bardzo interesujące, ale przeważnie tylko dla specjalistów przystępne. Daje obraz różnych nowszych badań, a także osobistych zapatrywań autora na pewne kwestje (np. ekwipartycję energji).

Tym, co gruntownie chcą się zaznajomić z teorją kinetyczną, polecamy jeszcze w »Encyklopedji nauk matematycznych« (p. dział IX) dział o teorji kinetycznej (Boltzmann, Nabl) oraz dział o mechanice statystycznej (P. i T. Ehrenfest). Ta ostatnia, nadzwyczajnie cenna praca analizuje gruntownie zagadnienia zasadnicze, związane z pojęciami teorji kinetycznej i zawiera także szczegółową bibljografję tego przedmiotu. Jest jednak przeznaczona dla wybranych fachowców.

Dla orjentacji w nowszych badaniach doświadczalnych, związanych z tym przedmiotem, polecamy wreszcie:

W. Mecklenburg. Die experimentelle Grundlegung der Atomistik. Jena, Fischer, 1910. Str. VIII + 143. Cena m. 2.50.

J. Perrin. Die Brown'sche Bewegung und die wahre Existenz der Moleküle. Drezno, Steinkopff, 1910. Str. VI+80. Cena m. 2.50.

Książka tego samego autora p. t. Les atomes, obejmująca szerszy zakres zjawisk, pisana zaś popularniej, ma wyjść w tłumaczeniu polskim.

Więcej dla specjalistów przeznaczona jest książka, przetłumaczona z holenderskiego:

S. L. de Haas-Lorentz. Die Brown'sche Bewegung und einige verwandte Erscheinungen. Brunświk, Vieweg, 1913. Str. 103;

oraz dzieło, zawierające obszerniejsze sprawozdanie prac Svedberga na tym polu:

Th. Svedberg. Die Existenz der Moleküle. Lipsk, 1913.

Oprócz tego polecamy artykuły:

J. Perrin. Les preuves de la réalité moléculaire oraz

L. Dunoyer. Les gaz ultrararéfiés, w dziele zbiorowym p. t. Les idées modernes sur la constitution de la matière, które omówimy obszerniej w dziale o zjawiskach elektronowych.

M. Smoluchowski. O fluktuacjach termodynamicznych i ruchach Browna. Prace matematyczno-fizyczne t. 25, 1914.

Dalej posunięty w studjach powinien wreszcie rozszerzyć swoje wiadomości w kierunku t. zw. teorji kwantów, łączącej się zarówno z teorją kinetyczną, jak i z teorją promieniowania. Wobec braku obszerniejszych dzieł wymieniamy następujące dwie broszurki, w których czytelnik znajdzie pewien, dość ograniczony zakres informacji oraz wskazówki bibljograficzne:

S. Valentiner. Grundlagen der Quantentheorie in elementarer Darstellung. Brunświk. Vieweg. 1914. Str. 67. Cena m. 2.60.

— Anwendungen der Quantentheorie in der

kinetischen Theorie der festen Körper und der Gase. Brunświk. Vieweg. 1914. Str. 72. Cena m. 2.60.

6. Teorja promieniowania.

Jak już wspomnieliśmy, używa się tej nazwy zwykle do określania badań nad zależnością światła (albo promieniowania cieplnego) od fizycznego stanu źródła światła. Nie trzeba się dać w błąd wprowadzić tym, że w niektórych podręcznikach (Witkowski, Chwolson) wyrazy »nauka o promieniowaniu« używane są w szerszym znaczeniu, mianowicie obejmują całą optykę. Promienie Röntgena, promieniotwórczość i tym podobne zjawiska należą oczywiście do dziedziny całkiem innej.

Teorja promieniowania jest jednym z najtrudniejszych działów fizyki teoretycznej. Zakres badań Kirchhoffa, Stefana i Wiena jest wprawdzie przystępny dla każdego, kto oprócz ogólnikowych wiadomości z dziedziny optyki posiada znajomość termodynamiki (dział *A*), ale fundamentalne badania Plancka, dokoła których ogniskują się niektóre z najaktualniejszych kwestji fizyki dzisiejszej, pozostaną tajemnicą dla czytelnika, nie znającego gruntownie metod teorji kinetycznej, oraz teorji fal elektromagnetycznych.

Posiadamy dzisiaj w naszym języku świetną pracę monograficzną:

Wł. Natanson. Teorja promieniowania, Odbitka z »Prac matematyczno-fizycznych«, 1913. Rzecz ta daje nadzwyczajnie interesujący pogląd na zagadnienia naukowe tego działu, jest jednak zrozumiała tylko dla tych, którzy znają już dobrze podstawy ogólne teorji promieniowania.

Badania na tym polu są wogóle nowej stosunkowo daty i prócz dzieł encyklopedycznych i fizyki teoretycznej Jägera tylko Optyka Drudego (patrz str. 258) zawiera nieco obszerniejszy rozdział poświęcony temu przedmiotowi. Można go bardzo polecić jako wstęp do studjum gruntowniejszego, wystarczy również jako zarys ogólny tych zjawisk tym, którzy pragną poznać tylko ogólnikowo cały obszar fizyki teoretycznej, nie zapuszczając się w studjum specjalne tego właśnie przedmiotu.

Klasycznym dziełem poświęconym specjalnie teorji promieniowania, jest:

M. Planck. Vorlesungen über die Theorie der Wärmestrahlung. Wyd. 2. Lipsk, Barth, 1913. Str. XII+206. Cena opr. m. 7.80.

W dziele tym autor przedstawił swoje własne badania w jasnej i, mimo trudności samego przedmiotu, stosunkowo przystępnej formie, na tle dawniejszych badań Kirchhoffa, Clausiusa, Boltzmanna i Wiena. Książka ta jest podręcznikiem niezbędnym dla źródłowego studjum tej gałęzi wiedzy, z której zrodziło się jedno z najwięcej niepokojących i najwięcej dyskutowanych zagadnień nauki dzisiejszej: Teorja kwantów energji (p. poprzedni rozdział i Zakończenie).

Streszczenie teorji Plancka znajduje się również w jego dziele: Acht Vorlesungen über theoretische Physik, p. str. 185. Pewien szczegół, o podstawowym znaczeniu dla zjawisk promieniowania, jest obszerniej omówiony w bardzo ciekawej książeczce Poyntinga o ciśnieniu światła, o której wspominaliśmy już na str. 142. Logicznie wiążą się z tym przedmiotem badania doświadczalne nad promieniowaniem i cała dziedzina t. zw. spektroskopji. Ponieważ jednak zwykle dział ten znajduje się w podręcznikach optyki, której zawdzięczamy metody doświadczalne z tego zakresu, przeto odsyłamy do trzeciej części niniejszej bibljografji.

---

2. MECHANIKA.

Treść: Uwagi ogólne. — Prostota pojęć zasadniczych. — Znaczenie dla innych działów fizyki. — Rzekoma pewność i ścisłość. — Podział: *A.* Mechanika punktu i ciał sztywnych. *B.* Teorja sprężystości. *C.* Hidrodynamika. — Wskazówki dydaktyczne. — Bibljografja: 1. Dzieła obejmujące wyłącznie mechanikę punktu i ciał sztywnych, lub też cały zakres mechaniki: *a)* polskie *b)* obce. — 2. Monografje uzupełniające z zakresu sprężystości i hidrodynamiki. — Monografje z zakresu akustyki.

Zwykle rozpoczyna się naukę fizyki teoretycznej od działu, który od dawien dawna powszechnie uważany jest za jej fundament, t. j. od mechaniki. Że mechanika, to jest nauka o ruchu ciał materjalnych, taką rolę odgrywa w fizyce, pochodzi przeważnie stąd, że od dzieciństwa właśnie ze zjawiskami mechanicznemi oswajamy się najwcześniej, wskutek budowy naszego ciała i naszych zmysłów (wzrok, zmysł mięśniowy, zmysł równowagi, zmysł dotyku). Przez ciągłe ćwiczenie wytwarza się niemal instynktowne poczucie w zakresie

tych zjawisk i pojęcia mechaniczne wydają się nam najprostszemi i najwięcej poglądowemi. Ruch punktu jest też w istocie zjawiskiem stosunkowo prostym, wszak opisujemy je, wyrażając zależność między położeniem punktu i czasem, chodzi więc tu niejako o rozszerzenie gieometrji analitycznej przez wprowadzenie czasu jako nowej zmiennej. Większych komplikacji nastręcza dopiero rozpatrywanie ruchów systemów złożonych oraz rozważanie ich zależności od czynników zewnętrznych (pojęcia siły i masy).

Z tych powodów mechanika historycznie też najwcześniej się rozwinęła. Zasady równowagi w znacznej części już były znane w starożytności. Najprostsze zjawiska ruchu (pod wpływem ciężkości) zostały dokładnie zbadane już przez Galileusza (1564—1642), prawa zaś ogólne mechaniki, sformułowane przez Newtona (1673), przetrwały w zasadzie niezmienione do dzisiejszych czasów, gdy tymczasem np. elementarne zjawiska elektryczne dopiero od 100 lat niespełna są znane, najważniejsze zaś pojęcie termodynamiki, t. j. temperatura, dopiero w r. 1853 zostało ściśle określone przez Lorda Kelvina.

Nic też dziwnego, że pojęcia mechaniczne (siła, energja, praca, potencjał), a w ślad za niemi mechaniczny system jednostek, przesiąkły z czasem we wszystkie inne dziedziny fizyki, wreszcie, że usiłowania najwybitniejszych myślicieli (Huyghens, Bernoulli, Clausius, Lord Kelvin, Maxwell itd.) szły w tym kierunku, żeby inne zjawiska fizyki (głos, światło, ciepło, elektryczność) zredukować do zjawisk mechanicznych, czyli podać ich »wytłumaczenie mechaniczne«. Charakterystyczne jest np. powiedzenie Jamina: fizyka stanie się pewnego dnia rozdziałem mechaniki ogólnej (»la physique sera un jour un chapitre de la mécanique générale«), lub powiedzenie Lorda Kelvina: »sądzę, że właściwe znaczenie pytania, czy rozumiem pewne zjawisko fizyczne czy nie, jest: czy mogę sobie zbudować odpowiedni model mechaniczny«.

Tendencja ta, historycznie i psychologicznie zupełnie zrozumiała, ujawniała się w powstawaniu różnych teorji mechanistycznych, odbiła się nawet w filozofji, w rozszerzaniu poglądu materjalistycznego. Zasadnicza, wspólna myśl tych teorji,

która przez Hertza została ujęta w prawidła ogólne, jest przyjęcie t. zw. ruchów ukrytych (wykonywanych przez drobiny, atomy lub eter). Wynikiem tych usiłowań było to, że dzisiaj istotnie całą niemal fizykę można przedstawić w sposób jednolity z punktu widzenia mechanicznego, uważając wszystkie jej zjawiska za objawy owych ruchów ukrytych.

Przeciwko rozwielmożnieniu się tego rodzaju poglądów podniosła się silna opozycja ze strony pewnych filozofów oraz szkoły energietycznej [1]) w drugiej połowie wieku XIX (patrz str. 60 i 276).

Zmiana zasadnicza w zapatrywaniach na pierwszeństwo systemu mechanicznego w fizyce nastąpiła jednak dopiero z chwilą, gdy pokazała się wyższość innego systemu, t. j. poglądu opartego na teorji elektryczności. Mimo że dzisiaj ten pogląd, sprowadzający wszystko do zjawisk elektryczności, góruje niezaprzeczenie nad innemi, przecież prace teoretyczne dawniejsze, dążące do stworzenia jednolitego systemu mechanicznego, nie stały się bezużytecznemi, gdyż przeważna ich część (w akustyce, optyce, teorji kinetycznej ciepła) utrzymała się w formie prawie niezmienionej, z tą tylko rożnicą, że dawniejszym symbolom musiano nadać znaczenia odmienne. To daje nam wiarę, że chodzi tu o istotną formę związków.

Badania nad ruchami ukrytemi, oraz nad pokrewnym kierunkiem mechaniki statystycznej, przenoszące mechaniczny pogląd na świat na inne części fizyki, zaliczamy zresztą w niniejszej bibljografji do odpowiednich działów nauki (patrz: teorja kinetyczna ciepła i teorje mechaniczne elektryczności), ograniczamy się zaś tutaj do zjawisk mechanicznych w ściślejszym znaczeniu słowa. Zajmuje się niemi t. zw. mechanika analityczna lub matematyczna, opierająca się, jak wspomnieliśmy już, na prawach, wygłoszonych przez Newtona, z których wyprowadzają się, metodą dedukcji matematycznej, prawa wszelkich zjawisk pochodnych.

---

[1]) Zarzuty przez nich stawiane uważamy dzisiaj częściowo za zupełnie słuszne, o ile się mianowicie odnoszą do rzekomej wyższości mechaniki nad innemi działami fizyki, po części zaś — co do krytyki poglądów atomistycznych — za nieusprawiedliwione.

Pozorną niewzruszalność zasad mechaniki analitycznej, zdobycze tej nauki na polu fizyki jako też astronomji, oraz jej charakter dedukcyjny, zbliżony do gieometrji analitycznej, wzbudzały nawet w wielu uczonych mniemanie, że jest to nauka aprjoryczna, należąca do matematyki, nie zaś do fizyki i stąd pochodzą różne usiłowania »dowodzenia« twierdzeń takich, jak np. zasady równoległoboku sił, które uważamy dzisiaj za pozbawione sensu, gdyż twierdzenia owe posiadają podkład empiryczny i nie dają się »udowodnić«.

I dzisiaj często jeszcze spotykamy się z wyrażeniem »mechanika i fizyka«, jak gdyby mechanika była czymś odrębnym od fizyki. Poczęści jest to skutek wadliwej, czysto dedukcyjnej metody wykładu, jaka jest przyjęta w mechanice, gdy tymczasem w innych działach fizyki występują wyraźnie podstawowe elementy doświadczalne, poczęści pochodzi to ze względów przypadkowych, praktycznych, ponieważ w politechnikach wykłada się mechanikę bardzo szczegółowo, z powodu jej ważności dla nauk inżynierskich, resztę zaś fizyki traktuje się bardzo pobieżnie, zwykle tylko w jednorocznym wykładzie doświadczalnym.

Na empiryczne, doświadczalne przesłanki praw mechaniki Mach zwłaszcza zwrócił uwagę, poddając słusznej krytyce sposób ich wysłowienia przez Newtona. Jeszcze głębiej idzie ich analiza, dokonana przez Poincarégo; dowodzi on w sposób mistrzowski, że t. zw. prawa mechaniczne są to właściwie konwencje czyli umowy, których użyteczność dla fizyki pochodzi jednak z istnienia pewnych faktów doświadczalnych. Podobnie zresztą jak i w innych działach fizyki, dawne pojęcie prawdziwości lub nieprawdziwości teorji zastępujemy dzisiaj przez pojęcia użyteczności albo nieużyteczności.

Nowe światło rzuciła na te sprawy dzisiejsza teorja elektronowa zjawisk mechanicznych oraz t. zw. teorja względności, według której przesłanki empiryczne, służące za podstawy praw Newtona, są tylko przybliżenie ważne, t. j. o ile prędkości ciał poruszających się są małe w porównaniu z prędkością światła. Ograniczenie to jest oczywiście bez żadnego znaczenia dla zwykłej praktyki, gdyż nawet planety poruszają się nadzwy-

czaj powolnie w porównaniu z prędkością światła. Ma ono jednak wielkie znaczenie teoretyczne, gdyż wstrząsnęło bałwochwalczym zaufaniem w ścisłość matematyczną mechaniki klasycznej i wyraźnie uwydatniło przesłanki empiryczne, słuszne zapewne tylko do pewnego stopnia dokładności, na których ta nauka spoczywa.

Podkreślamy jeszcze raz, że są to tylko finezje teoretyczne, gdyż w zakresie ruchów przystępnych bezpośredniej obserwacji naszej (z wyjątkiem promieni katodowych i pokrewnych zjawisk), mechanika klasyczna panuje niezaprzeczenie nadal, jako możliwie najprostsza i zadziwiająco dokładna teorja ruchu. Cały ten ogromny obszar mechaniki polega właściwie tylko na stosowaniu praw Newtona do różnych przykładów oraz na przekształcaniu ich w różne formy matematyczne, które w pewnych zjawiskach łatwiej i bezpośredniej dają się stosować niż forma pierwotna.

Mechanikę można podzielić na działy zależnie od rozmaitych punktów widzenia. Oddawna używany jest podział na zjawiska statyki (równowagi) i dynamiki (ruchu). Pierwsze podlegają prawom o wiele prostszym i zwykle dają się badać za pomocą metod elementarniejszych, ale właściwie podział taki nie ma racji naukowej, gdyż statyka jest zawarta w dynamice jako jej przypadek specjalny (gdy prędkość ruchu jest zerem). Inni dzielą mechanikę na kinematykę (wstępne rozważania właściwości gieometrycznych ruchu, prędkości, przyśpieszenia itp.) i na kinetykę (rozważania opierające się na pojęciach empirycznych masy i siły). Nie wydaje się to jednak rzeczą praktyczną dzielić w ten sposób mechanikę na odrębne części; raczej wypada uwzględnić te punkty widzenia w rozważaniu każdego specjalnego zagadnienia. Najodpowiedniejszym natomiast jest podział według rodzaju ciała, którego ruch badamy i według stopnia przybliżenia w opisywaniu jego ruchu:

A. Mechanika punktu i ciał sztywnych.

Pierwszym szczeblem jest t. zw. mechanika punktu materjalnego, zajmująca się ruchem postępowym ciała znikomo małego, albo, ściślej mówiąc, takiego, którego kształt i orjen-

tacja nas na razie nie interesują (np. ruch planet koło słońca, ruchy gwiazd podwójnych, ruch postępowy ciała rzuconego i t. p.). Stąd wyprowadzają się następnie prawa ruchu, ważne dla systemów czyli zbiorowisk takich punktów materjalnych.

W zakresie tych zjawisk można się posługiwać rozmaitemi metodami argumentacji, trzymając się albo jak najściślej pierwotnej formy zasad ruchów Newtona, albo wyprowadzając z nich ogólniejsze »zasady mechaniki«. Wszystkie te różne zasady jak: równania d'Alemberta, Lagrange'a, zasada Hamiltona, ogólne równania Lagrange'a, zasada najmniejszego działania, równania kanoniczne i t. d., są w swej właściwej treści równoważne z prawami Newtona i przedstawiają tylko kolejne stadja abstrakcyjnego uogólniania pojęć i upraszczania symboliki matematycznej, podobnie jak zasady termodynamiki dają się ująć w różne postaci matematyczne. Używanie form uogólnionych nie przedstawia korzyści, gdy chodzi o proste zagadnienia, np. z elementarnej mechaniki technicznej, natomiast jest niezbędne w kwestjach natury ogólnej, np. przy rozważaniu ruchów ukrytych, mających tłumaczyć zjawiska cieplne, elektryczne i t. d. Te części należą do trudniejszych, wyższych działów mechaniki, które początkujący może pominąć.

Dalszy szczebel, następujący po mechanice punktu, polega na rozważaniu orjentacji ciała w przestrzeni. Uważamy je narazie za bryłę sztywną, posiadającą kształt niezmienny, ale mogącą wykonać ruchy postępowe i obrotowe (ruch obrotowy ziemi, bąka wirującego, wahadła fizycznego). Prawa tych ruchów, stanowiące tak zw. mechanikę ciał sztywnych, dają się wyprowadzić z poprzednio rozważanych, gdyż ciało sztywne uważać można za zbiorowisko punktów materjalnych.

B. Teorja sprężystości.

W niektórych wypadkach opis ruchów ciał nie byłby dostatecznie dokładny, gdybyśmy je uważali za ciała sztywne. Okazuje się tedy potrzeba uwzględnienia ich odkształceń, czyli deformacji, do czego służy znów prawo zasadnicze Newtona w połączeniu z prawem empirycznym sprężystości (odkształcenie proporcjonalne do siły: Hooke, 1675). Stanowi to przedmiot

t. zw. teorji sprężystości, czyli teorji wytrzymałości, jak ją technicy zwykle nazywają, gdyż na jej podstawie obliczają wytrzymałość słupów, belek, dźwigarów i t. d. Technicy interesują się w tej dziedzinie głównie statyką sprężystości, natomiast dla fizyki wielkie mają znaczenie także zjawiska ruchu, t. j. drgań ciał sprężystych, zwłaszcza, że te drgania są źródłem zjawisk akustycznych, zatym są przystępne dla specjalnych metod badania doświadczalnego, przy pomocy wrażeń słuchowych.

C. Hidrodynamika.

W teorji sprężystości mamy na uwadze wyłącznie ciała stałe. W odmienny sposób odkształcają się ciała płynne (ciecze i gazy), gdyż w nich nie istnieje sprężystość postaciowa, natomiast obok sprężystości objętościowej wybitną rolę odgrywa t. zw. tarcie wewnętrzne, czyli lepkość. Ruchy ciał płynnych są przedmiotem hidrodynamiki w znaczeniu ogólnym. Aerodynamikę uważa się zazwyczaj za poddział hidrodynamiki, gdyż prawa zasadnicze są te same, różnice polegają tylko na tym, że gazy są stosunkowo więcej ściśliwe i że zjawiska cieplne wywierają wybitny wpływ na ich ruchy.

Wspominaliśmy już na innym miejscu, że ogólna hidrodynamika teoretyczna z powodu trudności matematycznych do dziś dnia zrobiła niewielkie postępy i badacze musieli się przeważnie ograniczać do rozważania jednego z dwu przypadków krańcowych, w których rachunki dają się wykonać łatwiej, t. j. przyjmując, że ciecz nie posiada lepkości (hidrodynamika cieczy idealnych), lub też że ciecz posiada dużą bardzo lepkość, porusza się zaś stosunkowo powoli (hidrodynamika lepkości). Przypadek pośredni, dla praktyki najważniejszy, gdzie lepkość i bezwładność cieczy odgrywają rolę równorzędną, nie doczekał się jeszcze opracowania dostatecznego. Dlatego też technicy, ze względu na potrzeby praktyki, rozwinęli dział osobny, t. zw. hidraulikę, t. j. zbiór wzorów (przeważnie empirycznych), prawideł i tablic, stosujących się (z niewielką dokładnością) do różnych specjalnych przypadków, ale nie powiąza-

nych wspólną myślą zasadniczą i nie posiadających głębszego znaczenia naukowego.

Specjalne części hidrodynamiki, w których owe trudności nie występują i które dlatego zostały szczegółowo opracowane pod względem teoretycznym, są: hidrostatyka (równowaga cieczy) oraz teorja drobnych ruchów falujących, która wraz z odpowiednim działem sprężystości tworzy teorję zjawisk akustycznych.

Specjalną część hidrostatyki stanowią wreszcie zjawiska, pochodzące od napięcia powierzchniowego cieczy, czyli włoskowatości. Bliższe roztrząsanie rodzaju sił molekularnych, czynnych w tych zjawiskach, wchodzi w zakres teorji kinetycznej. Zazwyczaj jednak wykłada się dzisiaj teorję włoskowatości, nie poruszając kwestji mechanizmu owych sił, jako zastosowanie t. zw. zasady Gaussa, stwierdzającej fakt empiryczny, że na granicy dwuch ośrodków istnieje napięcie powierzchniowe. Niektórzy autorowie poświęcają specjalny dział mechaniki rozpatrywaniu sił grawitacyjnych, nowoczesna fizyka jednak włącza je zazwyczaj, wraz z elektrostatyką i magnetostatyką, do t. zw. teorji potencjału, która tworzy wstęp do nauki o elektryczności.

Początkującemu samoukowi radzimy rozpocząć studjowanie mechaniki (po przerobieniu dzieła Witkowskiego) od dzieła Föppla lub dynamiki Helmholtza; książka Czopowskiego lub Autenrietha i Patschkego może także służyć za wstęp do mechaniki teoretycznej. Równocześnie trzeba koniecznie nabyć wprawy w rozwiązywaniu zadań przez przerabianie licznych przykładów, do czego zwłaszcza dzieła angielskie, jak Love i Routh, dostarczają doskonałego materjału. Nabywszy tym sposobem wiadomości podstawowych oraz wprawy w stosowaniu metod matematycznych do zadań mechaniki, fizyk i matematyk powinien zaokrąglić swe wykształcenie przez przerobienie systematycznego dzieła, w rodzaju Frankego, Appella, Kirchhoffa, Webstera lub Boltzmanna, oraz specjalnych dzieł o sprężystości i hidrodynamice.

Dla inżynierów, studjujących mechanikę tylko dla celów

praktycznych, przerobienie dzieł, w ostatnim szeregu wymienionych, jest zbyteczne, natomiast muszą się zapoznać gruntownie ze statyką graficzną i teorją wytrzymałości (np. dzieło Föppla tom 2, 3, 5). Inżynier, zamierzający się zająć »budową wodną«, powinien oczywiście zapoznać się również gruntownie z naukowemi podstawami hidrodynamiki, jakkolwiek nie można wymagać, żeby się zapuszczał w zawiłe specjalne zagadnienia matematyczne.

Kto wreszcie już posiada większą dojrzałość oraz gruntowną znajomość metod matematyki wyższej, może odrazu rozpocząć studjowanie mechaniki z jednego z dzieł systematycznych (Webster, Appell). Komu zaś chodzi jedynie o powierzchowne poznanie głównych zarysów mechaniki analitycznej, temu polecamy dzieło Maxwella (wymienione na str. 124) oraz dynamikę Helmholtza, a wreszcie »Wstęp do fizyki teoretycznej« Natansona. Gorąco radzimy wreszcie wszystkim, którzy posiadają poczucie piękności dla »filozofji przyrody«, ażeby się zapoznali z dziełami rozpatrującemi logiczno-filozoficzne podstawy mechaniki oraz jej rozwój historyczny (Mach, Poincaré, Duhem, p. str. 264).

1. Dzieła obejmujące wyłącznie mechanikę punktu i ciał sztywnych lub też cały zakres mechaniki.

a) Dzieła w języku polskim.

E. Autenrieth. Mechanika techniczna. Podręcznik nauki statyki i dynamiki dla inżynierów, mechaników i inżynierów budowniczych, przełożył St. Patschke. Kasa Mianowskiego. Warszawa, 1910. Skład u Wendego i Ski. Str. XXIX+613. Cena rs. 2.40.

Jak już sam tytuł wskazuje, jest to podręcznik nienaukowy, lecz techniczny i to zapewne ma usprawiedliwiać nienaukowy układ całego materjału. Autor podaje najprzód szczegółowy wykład statyki, wychodząc z określenia (antropomorficznego) siły jako »ciągnienia« i wprowadzając rozmaite pewniki, które

bliżej uzasadnia dopiero w drugiej części dzieła, poświęconej dynamice. Tam również autor dopiero podaje właściwą naukową definicję siły, ale i tutaj sposób wysłowienia definicji oraz praw zasadniczych niejedno pozostawia do życzenia.

Książka jest odpowiednia dla samouków niewybrednych pod względem ścisłości naukowej; dodatniemi jej cechami są: bardzo przystępny wykład, wymagający pewnej znajomości początków rachunku różniczkowego i całkowego, ale zresztą wymagający mało pracy umysłowej, oraz szczegółowe, niemal drobiazgowe tłumaczenie licznych przykładów. Wobec ubóstwa naszej literatury naukowej możemy zatym i to dzieło polecić, zwłaszcza początkującym inżynierom, mimo powyższych zasadniczych zarzutów. Czytelnikowi, który posiada odpowiednie przygotowanie, radzimy przejść odrazu do działu drugiego, potym trzeciego, a później dopiero zająć się uzupełnieniem wiadomości ze statyki. Radzimy mu też porównać poprawniejsze wysłowienie pojęć zasadniczych u Natansona, Witkowskiego i w innych dziełach naukowych.

Spis rozdziałów: Dział I. Wiadomości zasadnicze, statyka ciał stałych: 1. Wstęp do mechaniki. 2. Siły, ich składanie i warunki ich równowagi. 3. Siła ciężkości i o środku ciężkości. 4. Siły działające na ciało sztywne o ruchu ograniczonym. 5. Przypadki równowagi ciał stałych, ważne w technice.

Dział II. Dynamika poruszającego się punktu materjalnego. 6. Zasady kinetyki punktu materjalnego. 7. Ruch prostolinjowy p. m. 9. Ruch względny p. m.

Dział III. Dynamika poruszających się układów materjalnych. 10. Zasady kinetyki układów materjalnych. 11. Ruch obrotowy ciała sztywnego około osi danej. 12. Nauka o uderzeniu. 13. Toczenie się ciała po podstawie stałej. 14. Dynamika maszyny.

Przy końcu znajduje się słowniczek polsko-niemiecki wyrazów naukowych i technicznych, zawartych w książce, służący jednocześnie za skorowidz.

H. Czopowski. Mechanika teoretyczna (dla inżynierów, techników i uczących się). T. I. Kinematyka, statyka oraz

podstawy rachunku wektorowego. Warszawa. Gebethner i Wolff. Kraków. Gebethner i Ska, 1911. Str. XVII+376. Cena rb. 3.

Podręcznik ten powstał z wykładów autora, dla początkujących techników i wyraźnie uwydatnia sposób powstania książki oraz jej przeznaczenie. Zrozumienie podręcznika wymaga znajomości początków rachunku różniczkowego i całkowego. Pojęcia i twierdzenia zasadnicze oraz operacje matematyczne objaśnione są szeroko, w sposób niemal nużąco drobiazgowy. Liczne, obszernie roztrząsane przykłady ilustrują treść teoretyczną; sposób układu materjału uwydatnia przedewszystkim względy przystępności dydaktycznej. Przytym jednak rachunek wektorowy znajduje należyte uwzględnienie, co uważamy za cechę bardzo dodatnią. Z uznaniem podnieść należy wszędzie objawiające się dążenie do ścisłości w definicjach pojęć i w sposobie rozumowania.

Rzecz ta może oddać doskonałe usługi samoukom technikom, którym w pewnej mierze zastąpi wykłady profesora. Również i początkującym adeptom fizyki (przyszłym nauczycielom i t. p.) można polecić tę książkę jako wstęp do mechaniki, choć zawiera dużo szczegółów (przykłady ze statyki technicznej, metody konstrukcyjne), które dla fizyki teoretycznej mniej są interesujące. Radzimy czytelnikowi przejść później do dzieł systematyczniejszych i trudniejszych (Franke, Kirchhoff, Webster i t. d.). Praktycznym jest podział materjału (str. 14) na kurs skrócony, przeznaczony do pierwszego czytania i na części uzupełniające, dla nieco dojrzalszych czytelników.

Treść: Wstęp. 1. Wielkości kierunkowe i gieometryczne, ich właściwości. II. Kinematyka: 1) Kinematyka punktu, 2) Kinematyka brył. III. Statyka: 1) Dynamika i statyka punktu. 2) Równowaga sił, działających na swobodny i niezmienny układ punktów. 3) Równowaga sił, działających na bryłę nieswobodną. 4) Przekształcenie układów sił. 5) Środek masy. 6) Zastosowania. 7) Praca sił i energja kinetyczna punktu. 8) Siły oporowe.

Tom II zawierać będzie dynamikę punktu i dynamikę brył.

L. Silberstein. Krótki zarys mechaniki w języku wektorów. Odbitka z Przeglądu technicznego. Warszawa, 1908. Centnerszwer. Str. 120. Cena rb. 1.20.

Tytuł charakteryzuje najzupełniej treść tego dziełka. Nie można się z niego nauczyć mechaniki, ale znając mechanikę, wyłożoną w tradycyjnym języku gieometrji analitycznej, można się z niego nauczyć stosowania rachunku wektorowego do tego przedmiotu. Jest to dzisiaj rzeczą ogromnej wagi, gdyż zwięzła, przejrzysta symbolika wektorowa nawet już w podręcznikach przeznaczonych dla inżynierów, a tym więcej w naukowych dziełach, wyparła zawiłe, rozwlekłe, dawniejsze metody rachunku. Polecamy więc tę książkę wytrawniejszym studentom jako uzupełnienie, podczas studjowania dzieł pisanych klasyczną, starą metodą (jak Franke Boltzmann, Appell, Love, Kirchhoff, Routh). Do zrozumienia potrzebna jest znajomość początków rachunku wektorowego (p. str. 163).

Treść: Wstęp. Zasada D'Alemberta. Równania Lagrange'a. Zasada Hamiltona. Zasady szczególne. Dynamika bryły sztywnej. Mechanika ogólna ciał odkształcalnych. Hidrodynamika.

Jan Nepomucen Franke. Mechanika teoretyczna, wydana przez Kasę Mianowskiego. Warszawa, 1889. Str. XXXI+645. Cena rs. 1 (wyczerpane).

Jest to dzieło gruntowne, stojące na dość wysokim poziomie naukowym. Obejmuje mechanikę analityczną punktu i ciał sztywnych i daje też wywody podstawowe teorji sprężystości i hidrodynamiki, ale mało uwzględnia zastosowania równań podstawowych, tak, że nie może w tym zakresie zastąpić specjalnych podręczników teorji wytrzymałości, hidrodynamiki i akustyki. Układ książki odpowiada wszelkim wymaganiom logiki naukowej, czego powiedzieć nie można o wielu innych podręcznikach mechaniki, zwłaszcza technicznych. Sposób przedstawienia, wzorowany na starszych podręcznikach francuskich, odznacza się systematycznością i ścisłością matematyczną. Względy dydaktyczne natomiast odgrywają podrzędną rolę. Rynsztunek matematyczny jest nieco ciężki. Balastowi, pochodzącemu z użycia metod gieometrji analitycznej, ulżono w nowszych dziełach w znakomity sposób przez wprowadzenie rachunku wektorowego.

Kto już posiada wprawę w operowaniu metodami gieometrji analitycznej (przestrzeni) oraz rachunku różniczkowego i całkowego, z wielką korzyścią dzieło to przerobi lub używać go będzie jako uzupełnienia przy studjowaniu łatwiejszych i mniej ścisłych podręczników. Nie radzimy jednak stanowczo początkującym samoukom rozpoczynać naukę mechaniki od

tego dzieła. Szerokość całej budowy matematycznej oraz obfitość szczegółów zakryłaby im pogląd na rysy zasadnicze, na treść fizyczną mechaniki, ścisłość zaś wysłowienia i wywodów matematycznych robiłaby na nich wrażenie pedantycznej drobiazgowości.

Jako szczegóły, podnoszące bardzo wartość dzieła, wymienić należy: obszerny wstęp historyczny, wraz z osobnym rozdziałem o mechanice w Polsce, liczne notatki bibljograficzne, spis rzeczy, służący jednocześnie jako słownik naukowy polsko-niemiecko-francusko-angielski, wreszcie przykłady i ćwiczenia (na ogół dość trudne), wraz ze wskazówkami co do rozwiązywania. Kto się chce naprawdę wprawić w przedmiocie, powinien jednak zająć się jeszcze więcej przerabianiem przykładów, posługując się np. dziełami angielskiemi, wymienionemi w dalszym ciągu.

G. H. Niewęgłowski. Kurs mechaniki rozumowej. Paryż. Nakładem właścicieli Bibljoteki Kurnickiej. T. I. Statyka. Dynamika punktu. 1873. Str. 544. Cena fr. 10. T. II. Cynematyka, dynamika układów materjalnych. Hydrostatyka i hydrodynamika 1876. Str. 885. Cena fr. 15.

Dzieło poważne, treścią i układem zbliżone do dzieł klasycznych dawnej szkoły francuskiej. Dzisiaj robi wrażenie nieco staroświeckiego, a to nietylko różnemi szczegółami treści, ale zwłaszcza formą wykładu, pewną klasyczną rozwlekłością wywodów matematycznych i stosowaniem osobliwego słownictwa, dzisiaj nieużywanego. Mimo to, w braku innego podręcznika, może oddać dobre usługi studjującemu, który pod względem matematycznym jest należycie przygotowany, gdyż mechanika ze wszystkich gałęzi fizyki doznała stosunkowo najmniejszych zmian w ciągu ostatnich lat 40. Nie polecamy jednak tego dzieła jako podręcznika do studjów tym, którzy mają możność korzystania z dzieł nowszych, stosujących krótsze, a często i ściślejsze metody przedstawiania rzeczy.

b) Dzieła obce (stopniowane według poziomu wykładu):

A. Föppl. Vorlesungen über technische Mechanik. Lipsk, Teubner. Bd. I. Einführung in die Mechanik. Bd. II. Graphische Statik. Bd. III. Festigkeitslehre. Bd. IV. Dynamik. Bd. V. Die wichtigsten Lehren der höheren Elastizitätstheorie. Bd. VI. Die wichtigsten Lehren der höheren Dynamik. Cena wszystkich sześciu tomów m. 60.

Jakkolwiek świetne to dzieło przeznaczone jest przede-

wszystkim dla studjów mechaniki stosowanej w technice, nie wahamy się polecić je samoukom jako wstęp do mechaniki naukowej, z powodu wykładu nadzwyczajnie przystępnego i zajmującego, a daleko odbiegającego od konwencjonalnego szablonu. Układ materjału nie jest systematyczny, gdyż autor kierował się wyłącznie względami dydaktycznemi; tak np. tomy 1, 4, 6 zawierają kolejne stadja coraz gruntowniejszego opracowania tego samego materjału, podobnie też tomy 3 i 5.

Umiejętne stopniowanie trudności, pewna gadatliwość autora, dobieranie interesujących przykładów, są to cechy ułatwiające studjowanie właśnie samoukom. Za zaletę uważamy również konsekwentne używanie rachunku wektorowego, który przedstawiony jest w takiej formie, że książka nie wymaga przedwstępnego studjowania, lecz przeciwnie służy za przewodnik do łatwego nauczenia się tego rachunku. Do osiągnięcia pewnego poglądu na mechanikę konieczne jest przedewszystkim przerobienie tomów 1 i 4, zawierających właściwą mechanikę punktu, ciał sztywnych oraz hidrodynamikę. Dopełnienia, odpowiadające poziomowi dzieł trudniejszych, są zawarte w t. 6-tym. Tom 2-gi, zawierający statykę graficzną, ma znaczenie tylko dla techników; kto interesuje się tylko mechaniką naukową, może go całkiem opuścić; tomy 3 i 5, poświęcone przystępnemu wykładowi teorji sprężystości ciał stałych, może również traktować nieco pobieżniej. Później jednak niech koniecznie przerobi dzieło systematyczne (np. Webstera) oraz niech się wyćwiczy w rozwiązywaniu zadań.

A. E. H. Love. Theoretical Mechanics and Introductory Treatise on the Principles of Dynamics. Cambridge University Press. 1897. Str. XV+379. Cena szyl. 12.

Świetny podręcznik, obznajmiający początkujących w sposób jasny, gruntowny i ściśle naukowy z wstępnemi częściami mechaniki punktu i ciał sztywnych. Autor odróżnił części ważniejsze od takich, które można pominąć przy pierwszym przeglądzie materjału. W ogólności kładzie główny nacisk na objaśnienie znaczenia fizycznego mechaniki, nie zaś na popisy matematyczne. Szczególną zaletą jest wielka liczba (blizko 1000) zadań wraz z rozwiązaniami, które oddadzą znakomite usługi

samoukowi, dążącemu do wprawienia się w przedmiocie. Po przerobieniu tego dzieła można się zwrócić do Routha, Webstera i t. d.

A. G. Webster. The Dynamics of Particles and of rigid, elastic and fluid Bodies. Wydanie 2. Lipsk, Teubner. 1912. Str. XII+588. Cena m. 14. Przygotowuje się też niemieckie wydanie w tym samym nakładzie p. t. »Lehrbuch der Dynamik«.

Jest to bardzo użyteczny, dobrze napisany podręcznik, przedstawiający zarys mechaniki teoretycznej w formie zwięzłej, systematycznej. Autor nie uważa mechaniki za pole do popisów matematycznych, lecz kładzie główny nacisk na zagadnienia interesujące pod względem fizycznym. Książka nie nadaje się bynajmniej dla początkujących, ale odda doskonałe usługi studentom fizyki i matematyki, którzy przeszedłszy łatwiejsze dzieła (w rodzaju Czopowskiego, Föppla, Love'a), pragną objąć przedmiot w sposób systematyczniejszy. Daje również przygotowanie do zrozumienia dzieł specjalnych, jak np. Whittakera i Lamba. Rzecz napisana zwięźlej i trudniejsza niż mechanika Frankego. Dla scharakteryzowania poziomu wykładu zaznaczymy, że w pierwszej części, poświęconej ogólnym zasadom mechaniki, autor wykłada między innemi: równania kanoniczne Hamiltona, zasadę działania zmiennego, równania dla systemów cyklicznych. W drugiej części, poświęconej dynamice ciał sztywnych, mieszczą się bardzo ciekawe ustępy o ruchu bąków, giroskopów i t. d. Trzecia część zawiera zwięzły zarys teorji potencjału, przystępny tylko dla tych, którzy już przestudjowali łatwiejsze dzieła z tego zakresu, oraz krótki zarys teorji sprężystości i hidrodynamiki.

R. Marcolongo. Theoretische Mechanik. Deutsch von Timerding. Lipsk, Teubner, 1912. I Bd. Kinematik und Statik. Str. VIII+346. Cena m. 11. II B. Dynamik und Mechanik der deformierbaren Körper. Str. VII+344. Cena m. 11.

Dzieło dobre, poziomu średniego, opracowane na podstawie oryginału ogłoszonego w języku włoskim. Układu całego dzieła nie uważamy za udany, gdyż podział na kinematykę i kinetykę rozdziela rzeczy, w przyrodzie złączone nierozerwalnie, a postawienie statyki przed dynamiką powoduje różne trudności w uzasadnianiu logicznym pojęcia siły, które autor

nie zawsze rozwiązał zupełnie szczęśliwie. W dziele tego poziomu układ taki wydaje się nam nieodpowiedni, mimo klasycznych przykładów podobnego postępowania. Jednakowoż polecić można podręcznik ten wszystkim, którzy po przejściu pierwszych elementów pragną ugruntować swoją wiedzę z zakresu mechaniki. Odznacza się ono ścisłością konstrukcji matematycznej, a jako zaletę główną uważamy szczegółowe opracowanie kilku przykładów dołączonych dla ilustracji teorji ogólnej, oraz uzupełnienie treści licznemi wskazówkami historyczno-bibljograficznemi. Autor posługuje się konsekwentnie rachunkiem wektorowym, jednak w notacji nieco odmiennej od tej, która zwykle jest używana, a zasady tego rachunku objaśnia w rozdziałach wstępnych. Dzieło zawiera także hidrostatykę i główne zasady sprężystości i hidrodynamiki.

P. Appell. Traité de mécanique rationnelle. Paryż, Gauthier Villars, 3 tomy; po fr. 20. T. I: Statique, dynamique du point. Str. X+615. T. II: Dynamique des systèmes, Mécanique analytique. Str. VI+560. T. III: Equilibre et mouvement des milieux continus. Str. VII+645.

Jest to najlepszy i najobszerniejszy podręcznik francuski i wogóle typowy okaz stylu francuskiego dzieł naukowych. Odznacza się jasnością, ścisłością logiczną i systematycznością, a wogóle wysokim poziomem naukowym, i zawiera liczne, interesujące szczegóły co do nowszych badań i różnych zadań specjalnych. Bardzo godny polecenia dla gruntowniejszego wykształcenia, po przerobieniu dzieła wstępnego oraz nabyciu wprawy w rozwiązywaniu zagadnień.

W pierwszym tomie autor podaje pojęcia wstępne (wektory, kinematyka, zasady ruchu, siła, masa, praca), następnie zarys statyki, wreszcie dynamikę punktu, wraz z wyższemi zasadami mechaniki w zastosowaniu do punktu. Drugi tom zawiera dynamikę systemów punktów oraz ciał sztywnych i roztrząsanie wyższych zasad mechaniki w ogólnej formie. Trzeci tom wreszcie obejmuje sprężystość i hidrodynamikę, traktowane nieco mniej wyczerpująco.

Znacznie przystępniejsze, a dla większości samouków stopnia III wystarczające jest dzieło skrócone:

P. Appell et **S. Dautheville.** Précis de Mécanique rationnelle. Introduction à l'étude de la Physique et de la Mécanique appliquée. Paryż, 1910. Gauthiers-Villars. Str. VI+716. Cena fr. 25.

L. Boltzmann. Vorlesungen über die Prinzipe der Mechanik. Lipsk, Barth, 1904. 2 tomy. Cena opr. m. 17.

Bardzo cenne dzieło, o wysokim poziomie naukowym, obejmujące systematyczny wykład mechaniki punktu i ciał sztywnych; autor kładzie główny nacisk na staranne i szczegółowe roztrząsanie i porównywanie różnych form matematycznych, jakie nadano wyższym »zasadom« mechaniki. Układ i treść są pod wielu względami oryginalne. Charakterystyczne zwłaszcza jest konsekwentne przeprowadzenie poglądu atomistycznego, czym autor chciał usunąć różne niejasności wykładu konwencjonalnego. W dążeniu swym do możliwie szczegółowego objaśniania grzeszy nawet często przesadną rozwlekłością. Jednak właśnie dlatego dzieło to bardzo polecić można samoukom, którzy już przeszli podręczniki niższego poziomu i pragną się zapoznać z wyższemi działami mechaniki teoretycznej.

G. Kirchhoff. Mechanik p. Str. 188.

Dzieło, znane z powodu swej naukowej ścisłości i zwięzłości, obejmuje systematyczny wykład całego zakresu zjawisk mechanicznych, łącznie ze sprężystością, hidrodynamiką, włoskowatością i akustyką. Rzecz bardzo cenna, ale nie dla początkujących.

E. J. Routh. A Treatise on Analytical Statics. Cambridge University Press. 2 tomy. Cena szyl. 28.

— A Treatise on Dynamics of a Particle. Cambridge University Press. Cena szyl. 14.

— A Treatise on the Dynamics of a System of Rigid Bodies. Londyn, Macmillan. 2 tomy. Cena szyl. 28.

Ostatnie dzieło wyszło także w tłumaczeniu niemieckim p. t.

— Dynamik der Systeme starrer Körper, übersetzt von A. Schepp mit Vorwort von F. Klein, Lipsk, Teubner, 1898. I Bd.; Die Elemente; str. 472. Cena m. 10. II Bd.: Die höhere Dynamik; str. 544. Cena m. 14.

Są to klasyczne dzieła literatury angielskiej tego zakresu, na których się wychowała cała dzisiejsza gieneracja matematyków i fizyków angielskich. Tworzą w całości swej najobszerniejszy i, o ile chodzi o zastosowania, najzupełniejszy podręcznik mechaniki punktu i ciał sztywnych. Autorowi chodziło nietylko o wyłożenie prawideł zasadniczych, lecz o wyczerpanie interesujących przykładów i różnych sposobów zastosowań matematycznych i właśnie ta niezmierna obfitość zagadnień specjalnych stanowi główną zaletę tego dzieła. Użytecznym jest ono, a zwłaszcza część trzecia nietylko dla studjujących, dając

im wprawę w stosowaniu metod mechaniki analitycznej, lecz dla każdego, kto napotka specjalne zagadnienie z tego działu i szuka jego rozwiązania. Jakkolwiek autor uwzględnił także wymagania początkujących, sądzimy, że samouk początkowo odczuwać będzie pewne trudności i że wśród olbrzymiego materjału, niesystematycznie nagromadzonego, skłonny będzie do zatracenia z oczu głównych linji przewodnich. Dlatego polecamy je jako uzupełnienie, po przerobieniu łatwiejszego wstępnego dziełka, a zwłaszcza obok dzieła systematycznego, które poświęca więcej uwagi krytycznej analizie pojęć i zasad podstawowych. Statyka Routha wyjdzie w tłumaczeniu polskim nakładem Kasy im. Mianowskiego.

Lord Kelvin and **P. G. Tait.** A Treatise on Natural Philosophy. Cambrigde University Press. 1 tom w dwu częściach. Cena szyl. 34.

Jest to drugie, w wielu miejscach uzupełnione wydanie klasycznego dzieła, którego wydanie pierwsze ukazało się także po niemiecku p. t.:

W. Thomson u. P. G. Tait. Handbuch der theoretischen Physik. Deutsch von H. Helmholtz und G. Wertheim. Brunświk, Vieweg, 1874. 1 tom w 2 częściach.

Jest to rzecz, która wywarła ogromny wpływ na naukę w Anglji i do dziś dnia zaliczaną tam bywa do głównych podręczników naukowych. Zawiera ogromnie dużo cennego materjału naukowego. Dzieło jest jednak dla nieanglików trudne do zrozumienia, a układ jego jest wprost chaotyczny; jest ono wogóle bardzo ciekawe i pouczające dla specjalistów, ale nie polecamy go bynajmniej do nauki. Autorowie zamierzali opracować całą fizykę w podobny sposób, ukazał się jednak tylko tom pierwszy, zawierający mechanikę.

E. T. Whittaker. A Treatise on the analytical Dynamics of Particles and rigid Bodies. Cambridge University Press, 1904. Str. XIII+414. Cena szyl. 12½.

Nadzwyczaj cenne i interesujące dzieło naukowe, w którym przedstawione są jasno i systematycznie wyniki szeregu nowszych prac, wykonanych przez różnych badaczy, a także autora samego, w najwyższych dziedzinach mechaniki teoretycznej. Bardzo godne polecenia dla specjalistów, chcących poznać nowoczesny rozwój tych badań; zrozumiałym jednak jest dopiero po gruntownym przerobieniu dzieł łatwiejszych.

Jako uzupełnienie dzieł o właściwej mechanice polecamy samoukom broszurę:

P. Meth. Theorie der Planetenbewegung. Lipsk, Teubner, 1912. Str. 60. Cena fen. 80.

Ruch planet zwykle w podręcznikach mechaniki bywa traktowany bardzo krótko, jako jeden z licznych przykładów ruchów punktu. Autor

w tej książce natomiast omawia ten przedmiot obszernie, wyprowadzając w sposób bardzo przystępny potrzebne do tego wzory mechaniki analitycznej i wskazując związek tego zagadnienia z dalszemi problematami astronomji. Książeczka ta odda doskonale usługi początkującym studentom jako uzupełnienie przy nauce mechaniki.

2. Monografje uzupełniające z zakresu sprężystości i hidrodynamiki.

H. Jewniewicz. Teorja sprężystości i jej zastosowania do nauki o wytrzymałości materjałów budowlanych oraz do zasad głównych statyki cieczy i dynamiki cieczy. Wyd. kasy im. Jewniewicza przy stow. techników. Warszawa. Skład u E. Wendego i Ski, 1910. Str. XII+296. Cena rb. 2.

Jest to wydanie pośmiertne kursu przeznaczonego pierwotnie dla słuchaczów Instytutu Technologicznego w Petersburgu, gdzie autor był profesorem. Wykład oparty głównie na badaniach starszych francuskich teoretyków (St. Venant. Lamé) i przypomina ich sposób przedstawiania rzeczy; jest systematyczny, jasny i treściwy, wymaga jednak większego przygotowania matematycznego, niż np. dzieło Föppla. Odczuwać się daje brak wskazówek co do strony doświadczalnej przedmiotu i brak odnośników do literatury naukowej [1]). Naogół można tę rzecz polecić tym, którzy pragną się zapoznać z metodami matematycznej teorji sprężystości, jako przygotowanie do monografji specjalnych (np. Love). Skorowidz służy równocześnie jako słownik polsko-niemiecko-francusko-rosyjski.

L. J. Bodaszewski. Teorja ruchu wody na zasadzie ruchu falowego. Towarzystwo popierania nauki polskiej. Lwów, 1902. Str. 128. 2 tablice. Część I. (Druga nie ukazała się).

Jest to dzieło oryginalne, usilujące zastąpić hidraulikę empiryczną teorją racjonalną, opartą na zasadach hidrodynamiki cieczy idealnych. Zawiera niestety poważne błędy natury zasadniczej, przed któremi ostrzec należy czytelnika początkującego. Por. recenzję M. Smoluchowskiego w »Wiadomościach matematycznych«. T. VI. Str. 337, oraz broszurkę bardzo godną polecenia dla pierwszej orjentacji na tym polu p. t.:

---

[1]) Ustępy 98, 99, 100 powinny być zatytułowane »błony« nie zaś »płyty«.

M. T. Huber. O najważniejszych technicznie wynikach teoretycznej hidrokinetyki. Odbitka z Czasopisma technicznego. Rocznik XXI. Lwów, 1903. Str. 29.

Najważniejszemi monografjami uzupełniającemi z tego zakresu są następujące dwa dzieła:

H. Lamb. Hydrodynamics, wyd. 3. Cambridge University Press. Str. XVI+634. Cena szyl. 20.

— Lehrbuch der Hydrodynamik. Übersetzt von J. Friedel. Lipsk, Teubner, 1907. Str. XIV+788. Cena m. 20.

A. E. H. Love. A Treatise on the Mathematical Theory of Elasticity, wyd. 2. Cambridge, University Press, 1906. Str. XVIII+551. Cena szyl. 18.

— Lehrbuch der Elastizität, Übersetzt von A. Timpe. Lipsk, Teubner, 1907. Str. XVI+664. Cena m. 16.

Oba te dzieła są powszechnie uznane za najgruntowniejsze i najzupełniejsze podręczniki istniejące, pierwsze w zakresie hidrodynamiki teoretycznej, drugie w dziedzinie sprężystości. Są niezbędne dla specjalistów, przy poszukiwaniach naukowych i dla informacji o zagadnieniach specjalnych. Nie są jednak bynajmniej przeznaczone dla początkujących. Takim radzimy przestudjować najprzód odpowiednie działy Föppla, Frankego, Helmholtza.

Odmienny charakter posiada dzieło:

H. Lorenz. Technische Hydromechanik. Monachjum i Berlin, Oldenburg, 1910. Str. XXII+497. Cena m. 14.

Jest to próba przedstawienia praktycznie ważnych zjawisk ruchu cieczy w sposób, o ile możności, racjonalny. Polecamy to dzieło gorąco technikom, którzy pragną się wznieść ponad poziom nienaukowej hidrauliki, a tak samo fizykom, którzy powinni się żywiej niż dotychczas zająć zastosowaniami teorji hidrodynamicznych do zjawisk spotykanych codziennie.

Jako uzupełnienie podręczników hidrodynamiki polecamy gorąco także dziełko popularne, tłumaczone z angielskiego:

G. H. Darwin. Ebbe und Flut, sowie verwandte Erscheinungen im Sonnensystem. Deutsch von A. Pockels. Mit Einführung von Prof. G. Neumayer. Wyd. 2-gie. Lipsk, Teubner, 1911. Str. XXIV+420. Cena opr. m. 8.

Jest to świetnie napisana monografja o zjawiskach tak nadzwyczajnie ważnych z zakresu gieofizyki, a tworzących jed-

cześnie bardzo interesującą ilustrację różnych praw hidrodynamiki. Rzecz zrozumiała nawet bez specjalnych studjów w zakresie Stopnia III.

Zjawiska włoskowatości w dziełach powyższych tylko ubocznie są poruszone. Obszerniej teorja ich jest wyłożona w mechanice Kirchhoffa (p. str. 188) oraz w dziele:

H. Poincaré. Capillarité. Paryż, Gauthier-Villars, 1895. Str. 189. Cena fr. 5.

Kto się tym przedmiotem zajmuje, powinien też poznać książkę elementarną Boysa, wymienioną już na str. 87, oraz odpowiednie działy podręczników fizyki doświadczalnej.

Licznym dzisiaj rzeszom lotników-dyletantów i konstruktorów aeroplanów polecamy dzieło, które ich może uleczy od niejednego przesądu i ostrzeże ich przed zbyt naiwnemi spekulacjami:

F. W. Lanchester. Aerodynamik, ein Gesamtwerk über das Fliegen. Aus d. Englischen übersetzt von C. und A. Runge. Lipsk, Teubner, 1911. 2 tomy. Cena m. 24.

Jest to rzecz oryginalna, co prawda silnie zabarwiona osobistemi poglądami autora, w każdym razie i dla fizyków interesująca.

3. Monografje z zakresu akustyki.

W. C. L. van Schaik. *Wellenlehre und Schall. Deutsch von H. Fenkner. Brunświk, Vieweg, 1902. Str. XI+358. Cena* opr. m. 9.

Dzieło to, dające treściwy przegląd teoretycznej i praktycznej strony akustyki, odpowiada obfitością materjału dziełom wyższego poziomu, zaś formą wykładu dziełom Stopnia II, gdyż autor stosuje tylko elementarne wywody matematyczne. Można je polecić samoukom, nie obeznanym z matematyką wyższą, jeśli się interesują specjalnie akustyką; dzieło może oddać dobre usługi jako przygotowanie do dzieł specjalnych poziomu wyższego.

Lord **Rayleigh.** The Theory of Sound. Wyd. 2. 2 tomy. Londyn, Macmillan. Cena szyl. 24. Tłumaczenie 1-go wydania wyszło p. t.:

J. W. Strutt, Baron Rayleigh. Die Theorie des Schalles, übersetzt von Neesen. Brunświk, Vieweg, 1880. 2 tomy. Cena m. 15

Jest to najlepsze i najobszerniejsze dzieło o teorji zjawisk akustycznych; autor podaje w bardzo zajmującej i przystępnej formie opis doświadczalnej strony przedmiotu, jako też bardzo wyczerpujące, ściśle naukowe wywody teorji matematycznej. Tom I zawiera, oprócz wstępnych rozważań o istocie zjawisk głosowych, ogólną teorję układów drgających oraz teorję drgań, wykonywanych przez struny, pręty, błony i płyty. Tom II obejmuje wykład zjawisk rozchodzenia się głosu w ośrodkach gazowych oraz wywoływania takich zjawisk w piszczałkach i rezonatorach.

Przystępniejsze jest dzieło Helmholtza o akustyce, patrz str. 188. Jest to podręcznik również godny polecenia, jakkolwiek znacznie mniej wyczerpujący.

Kto zaś interesuje się stroną fizjologiczną i muzyczną akustyki, ten powinien przedewszystkim poznać:

H. von Helmholtz. Die Lehre von den Tonempfindungen. Mit Einleitung von Wachsmuth. Wyd. 6-te, z portretem. Brunświk, Vieweg, 1912. Str. 668. Cena m. 10.50.

Słynne (1-sze wyd. w r. 1862) dzieło, w swoim rodzaju klasyczne i nawet dzisiaj jeszcze posiadające wartość aktualną, choć niektóre szczegóły, odnoszące się do kwestji fizjologicznych, wymagałyby może rewizji. Zrozumiałe dla laików bez wykształcenia matematyczno-fizycznego. Dodatki zawierają uzupełnienia matematyczne, przystępne dla fizyków fachowych.

---

3. ELEKTRYCZNOŚĆ.

Treść: Uwagi ogólne. — Podział: A. Klasyczna teorja elektryczności: a) Teorja potencjału. b) Elektromagnetyzm i elektrodynamika. c) Indukcja elektromagnetyczna. — B. Teorja Maxwella. — C. Teorja elektronowa. — D. Zjawiska elektronowe w gazach i metalach. — E. Zjawiska promieniotwórczości. — F. Optyka. — G. Teorja względności. — Wskazówki dydaktyczne. — Bibljografja: 1. Dzieła polskie z zakresu działów A, B, C. — 2. Dzieła obce, obejmujące teorję elektryczności, a zwłaszcza jej działy A i B. — 3. Monografje uzupełniające: a) Teorja potencjału. b) Teorja Maxwella i elektronowa. c) Fale elektryczne. — 4. Zjawiska elektronowe w gazach i metalach. — 5. Promieniotwórczość. — 6. Optyka. — 7. Teorja względności. — 8. Elektrotechnika.

Elektryczność jest niewątpliwie najciekawszym i zarazem najtrudniejszym działem fizyki. Trudności pochodzą częściowo

z właściwości samego przedmiotu, gdyż żaden inny dział nie wymaga tak bardzo żywej wyobraźni stosunków przestrzennych; nigdzie zresztą nie napotykamy takiej różnorodności zjawisk fizycznych i metod matematycznych. Właśnie w tej dziedzinie rachunek, odnoszący się do wielkości kierunkowych, czyli rachunek wektorowy, najwięcej okazał się użytecznym. Oprócz tego zauważyć trzeba, że człowiek nie posiada żadnego specjalnego zmysłu elektrycznego i tylko pośrednio wnioskuje o elektryczności, przypisując jej wpływowi zmiany w normalnym zachowaniu się ciał materjalnych. Dlatego nauka o elektryczności wydaje mu się początkowo bardzo tajemnicza, a pojęcia zasadnicze, jak ilość elektryczności, potencjał i t. d., ogromnie abstrakcyjne. Chodzi przy nauce przedewszystkim o to, żeby nietylko zrozumieć definicje tych pojęć, lecz żeby się z niemi całkowicie oswoić, co da się osiągnąć tylko przez długie ćwiczenie praktyczne i teoretyczne.

Długi czas uważano to nawet za kwestję wątpliwą, czy dwie najwięcej w oczy wpadające kategorje zjawisk: elektryczności statycznej i prądów galwanicznych są objawami tego samego czynnika, czy też może należy odróżniać elektryczność statyczną od galwanicznej. Początkowo do każdej wogóle kategorji zjawisk, doświadczalnie poznanych, dorabiano osobną teorję matematyczną, a dopiero z czasem teoretycy odkrywali więzy, łączące owe pozornie odrębne części. Wszak postęp w nauce polega nietylko na odkrywaniu coraz nowych zjawisk, lecz równocześnie na ujęciu coraz szerszego ich koła w ramy wspólnej, jednolitej teorji.

Z punktu widzenia tych kolejnych stadjów rozwoju teorji najlepiej daje się ugrupować cały materjał, gdyż zyskujemy tym sposobem podział, historycznie uzasadniony, a także rzeczowo słuszny, z powodu odrębności kolejno poznanych dziedzin badania. Rozróżniamy zatym następujące części:

A. Zjawiska objęte »klasycznemi« teorjami elektryczności i magnetyzmu. Składają się na ten dział badania doświadczalne i teoretyczne z końca wieku XVIII i pierwszej połowy XIX (Coulomb, Laplace, Ohm, Poisson, Ampère, Green, Gauss, Faraday, Neumann, lord Kelvin i t. d.). Wyniki tych badań,

z pewnemi niewielkiemi zmianami, i dzisiaj są uważane za prawdziwe; prace teoretyczne z owych czasów w przeważnej części zachowały swą wartość, mimo że dzisiaj za Faraday'em i Maxwellem zastąpiliśmy podstawowe ich pojęcie sił, działających na odległość, przez pojęcie sił, które się rozchodzą z punktu na punkt przylegający. Dzisiejsza teorja elektryczności, zakreślona przez gienjalnego Maxwella i wydoskonalona przez szereg współczesnych badaczy, wchłonęła w siebie dawne teorje, pozostawiając szkielet wzorów i rozważań teoretycznych prawie nienaruszony i zmieniając tylko ogólny sposób przedstawienia oraz pewne szczegóły drugorzędne.

Te zmiany teorji z dzisiejszego punktu widzenia polegają:

1) na ułatwieniu poglądu przez ciągłe stosowanie pojęcia linji siły (według Faraday'a i Maxwella).

2) na podkreślaniu paralelizmu praw elektrostatyki i magnetyzmu (według Heaviside'a).

3) na porzuceniu t. zw. zasadniczego prawa Ampèra, wraz ze spornemi wzorami Grassmanna, Stefana, jako formułek nie posiadających znaczenia realnego, a nie ułatwiających w niczym obliczania faktycznego.

4) na konsekwentnym uwzględnieniu współczynników dielektryczności i magnetyzmu.

Dział ten obejmuje zatym pewne pozornie oddzielne części:

a) Teorja potencjału: elektrostatyka, magnetostatyka i teorja prądów galwanicznych.

Są to trzy odrębne gałęzie zjawisk fizycznych, powiązane jednak wspólną podstawą matematyczno-teoretyczną, t. zw. teorją potencjału (skalarnego, jednowartościowego). Teorja potencjału ma znaczenie fundamentalne, nietylko dla tych zjawisk, ale również dla wszystkich innych działów fizyki, w których występują siły, lub inne czynniki, działające według prawa newtonowskiego, lub w których spotykamy się z t. zw. równaniem różniczkowym Poissona (grawitacja, hidrodynamika, sprężystość, przewodnictwo cieplne i t. d.). Matematycy wytworzyli z niej osobną naukę (gałąź teorji równań różniczko-

wych cząstkowych), posiadającą dziś już olbrzymią literaturę specjalną. W fizyce najodpowiedniejsze miejsce dla niej zdaje się winno być w tym właśnie dziale, gdyż tutaj bezpośrednio łączy się z rzeczywistością, dostępną dla obserwacji.

b) Elektromagnetyzm i elektrodynamika.

W elektromagnetyzmie idzie o siły, wywierane przez prądy elektryczne na magnesy lub naodwrót, w elektrodynamice — o siły, działające między przewodnikami, przez które prądy przepływają. Z punktu widzenia matematycznego można ten dział nazwać: teorją potencjału skalarnego wielowartościowego oraz potencjału wektorowego. Za podstawę teorji elektromagnetyzmu przyjmuje się zwykle t. zw. prawo elementarne Biota i Savarta, lub też analogiczne prawo, określające oddziaływanie pola magnetycznego na ruchomy element przewodnika okrążonego prądem. W takim razie nie potrzeba dla zjawisk elektrodynamiki już osobnych podstaw doświadczalnych, jeżeli się opiera na założeniu, że pole magnetyczne działa zależnie tylko od kierunku i wielkości siły magnetycznej, ale niezależnie od tego, czy owa siła pochodzi od magnesów, czy od prądów.

c) Indukcja elektromagnetyczna.

Oznacza to wzbudzanie prądów w przewodnikach, wskutek zmian w liczbie linji sił magnetycznych, przechodzących przez powierzchnię przewodnika. Podstawę doświadczalną tworzą słynne badania Faraday'a; teorja matematyczna ma swe źródło w pracach Neumanna i Helmholtza.

Te części klasyczne a, b, c są dla praktyki najważniejsze, a można je opanować bez wielkiego wysiłku umiejętności matematycznych. Minęły jednak czasy, kiedy taki stopień wykształcenia był wystarczający dla praktyki. Dzisiaj nietylko fizyk i matematyk, lecz i elektrotechnik znać musi nowszy dział elektryczności, do którego przechodzimy.

B. Teorja Maxwella.

Polega ona na systemie równań różniczkowych, z których wszystkie poprzednio wymienione zjawiska wynikają jako specjalne przypadki; a nadto gienialny twórca jej przewidział na mocy owych równań istnienie zjawiska fal elektromagnetycznych, które później wykazane zostało przez doświadczenia Hertza (1887). Teorja Maxwella ujęła zatym wszystkie owe odosobnione prawa, wraz z nowoodkrytym działem fal elektrycznych, w jednolity, logicznie powiązany system, a równocześnie przyłączyła do nauki o elektryczności cały dział optyki, jako naukę o specjalnym rodzaju fal elektrycznych. W tym nowym zakresie zjawisk uzyskała przytym cały szereg wybitnych dowodów doświadczalnych. Inna część badań Maxwella, t. j. jego teorja mechaniczna zjawisk elektrycznych, jest dzisiaj przestarzała i nie ma znaczenia aktualnego, jakkolwiek ciekawą pozostaje z punktu widzenia teoretycznego, gdyż ona właśnie naprowadziła Maxwella na jego równania. Z tego też powodu Hertz i inni autorowie przedstawiali teorję Maxwella, wyłuszczając dogmatycznie owe równania zasadnicze i uzasadniając je a posteriori, na mocy zgodności wniosków, z nich wynikających, z doświadczeniem. Sądzę, że dydaktycznie odpowiedniejszą jest metoda indukcyjna: poznanie podstaw doświadczalnych w zjawiskach działu A oraz w doświadczeniach Hertza i wyprowadzenie równań na ich podstawie przez syntezę i uogólnianie.

Najnowszy dział elektryczności, który już zyskał rozgłos nietylko śród uczonych, ale i śród szerszej publiczności, jest to:

C. Teorja elektronowa.

Teorja ta, która jest dziełem głównie holenderskiego fizyka H. A. Lorentza, tworzy wydoskonalenie i uzupełnienie teorji Maxwella przez przyjęcie, że elektryczność składa się z oddzielnych cząstek, elektronów, i że sposób układu owych cząstek w atomach nadaje materji jej specjalne właściwości. Jest to niejako mikroskopowa analiza teorji Maxwella. W dziedzinie zjawisk, objętych teorją Maxwella (stosunkowo długich

fal elektrycznych), obie te teorje pokrywają się. Elektronowa jednak obejmuje jeszcze prócz tego cały szereg zjawisk specjalnych, które dawniej nie były znane, lub których dawniej nie umiano połączyć z teorją elektryczności w jedną całość (promienie katodowe, własności elektryczne metali, termoelektryczność i t. d.). Zwłaszcza w zakresie optyki teorja elektronowa otworzyła zupełnie nowe horyzonty i niewątpliwie w tej dziedzinie uzyska jeszcze wskazówki ku dalszemu doskonaleniu się (zjawisko Zeemana, związek dyspersji i absorpcji światła, własności optyczne metali). W bezpośrednim związku z nią stoją:

D. Zjawiska elektronowe w gazach i metalach.

Do zjawisk, które dostarczyły najwięcej namacalnych dowodów teorji elektronowej, należą rozbrojenia elektryczności w gazach, czyli zjawiska, t. zw. jonizacji gazów. Uważamy jednak za stosowne oddzielić je od badań natury elektrodynamicznej elektronów, gdyż teorja ich łączy się tak ściśle z teorją kinetyczną gazów, że zrozumienie jej wymaga przedwstępnego przygotowania z tego działu. I odwrotnie: zjawiska te tworzą wybitne dowody doświadczalne słuszności poglądów teorji kinetycznej. Rzuciły one też nowe światło na zjawiska przewodnictwa elektryczności w metalach, istnieje także wiele rysów wspólnych ze zjawiskami elektrochemji, którą odnieśliśmy do działu: Termodynamika. Również ściśle spokrewnione z działami poprzedniemi są poznane i badane od lat kilkunastu:

E. Zjawiska promieniotwórczości.

Logiczny podział nauki powinien je właściwie odnieść do chemji, gdyż tu chodzi o automatyczne występowanie pewnych zmian rozkładowych w atomach pierwiastków promieniotwórczych; zajmują się niemi jednak przedewszystkim specjaliści, biegli w metodach badań elektrycznych. Z biegiem czasu wyodrębnia się z nich nowa gałąź nauki, wskutek nagromadzenia materjału empirycznego i wiążących się z nim spekulacji teoretycznych, która coraz większego nabiera znaczenia wśród całokształtu nauk fizyczno-chemicznych. (Patrz str. 59).

Do tego działu zalicza się też zazwyczaj promienie Röntgena, pomimo że istotą swoją są one bliżej spokrewnione z działem następnym.

F. Optyka.

Z dzisiejszego punktu widzenia tworzy ona właściwie tylko drobną gałąź działów B i C. Szczegółowe i systematyczne rozpatrzenie całości zjawisk optycznych jest jednak nadzwyczajnie ważne, zarówno dla nauki jak i dla praktyki, gdyż człowiek posiada przypadkowo instrument zmysłowy, wrażliwy na fale elektromagnetyczne pewnej właśnie długości, i wskutek tego w zakresie zjawisk, wywoływanych przez takie fale, rozporządza obszernym materjałem doświadczalnym, zdobytym metodami o wiele bardziej bezpośredniemi niż w obrębie innych fal elektrycznych. W ogólnych dziełach o elektryczności niema miejsca na takie szczegółowe przedstawienie rzeczy i wskutek tego optyka wciąż jeszcze zachowuje stanowisko nieco odosobnione.

Składają się na tę naukę z jednej strony działy, oparte o szerokie podstawy doświadczalne i przy historycznym rozwoju tej nauki do dziś dnia nienaruszone (jak np. t. zw. optyka gieometryczna i wogóle te części, które się dają zrozumieć na podstawie teorji falowej światła, bez względu na istotę czynnika falującego), z drugiej strony zjawiska, w których natura elektryczna falowania odgrywa rolę istotną (jak np. teorja dyspersji i absorpcji, optyka metali, elektrooptyka, magnetooptyka i t. d.). Bezpośrednio z optyką spokrewniona jest teorja promieniowania, którą jednak odnieśliśmy do termodynamiki, ponieważ naczelną rolę odgrywają w niej rozważania z zakresu termodynamiki i teorji kinetycznej; spektroskopję natomiast umieszczamy, według przyjętego zwyczaju, w dziale optyki.

G. Teorja względności.

Rozważania Maxwella stosują się pierwotnie tylko do systemów nieruchomych (albo powoli poruszających się). Elektronika przeciwnie zawiera pewne hipotetyczne założenia, z zakresu elektrodynamiki ciał poruszających się, jako zasadniczy

składnik. Sposobność doświadczalnego skontrolowania pewnych konsekwencji, wynikających z owych założeń, nasunęła się w optyce, z badań zaś z tym związanych wyłoniła się nowa gałąź nauki t. zw. teorja względności. Jest to dziedzina o podstawowym znaczeniu dla całej budowy fizyki teoretycznej, gdyż tworzy poniekąd nową syntezę wszystkich zjawisk, zależnych od ruchu, z ogólnego, jednolitego punktu widzenia, połączoną z zasadniczą rewizją dawnych pojęć przestrzeni i czasu. (Patrz Zakończenie).

Kto bez znajomości matematyki wyższej pragnie się obeznać z zasadniczemi prawami zjawisk elektrycznych, ile możności gruntownie i wyczerpująco, temu polecamy gorąco tom III-ci Fizyki Witkowskiego. W żadnym innym języku nie istnieje podręcznik, wprowadzający czytelnika tak przystępnie na stosunkowo wysoki poziom zrozumienia teoretycznego; także dzieło Mie'go (str. 133), pod niektórym względem obszerniejsze i nieco trudniejsze, może oddać doskonałe usługi. Jednocześnie radzimy czytelnikowi uzupełniać wiadomości strony eksperymentalno-technicznej z podręczników fizyki doświadczalnej (Starke, Müller-Pouillet i inne). W celu rozejrzenia się specjalnie w zakresie ciekawych nowszych badań polecamy książkę Campbella.

Samouk, dążący do fachowej znajomości przedmiotu, nauczyciel szkół średnich, inżynier-elektrotechnik i t. p. musi sięgnąć znacznie głębiej. Przedewszystkim powinien nabyć odpowiednej wprawy w zakresie początków matematyki wyższej oraz znajomości »początków« mechaniki analitycznej. Po tym przygotowaniu musi się zapoznać z teorją matematyczną potencjału oraz na niej opartą teorją zjawisk elektrycznych, z dzieł w rodzaju Ferraris, Grimsehl, Schäfer, Merczyng, Thomson i t. d. Po tych wstępnych studjach powinni wszyscy, którzy się interesują nowoczesnym rozwojem nauki o elektryczności, przerobić dzieło Silbersteina lub Abrahama oraz wymienione w dalszym ciągu dzieła dopełniające z zakresu zjawisk elektronowych; elektrotechnicy zaś zajmą się po owych wstępnych studjach specjalnemi podręcznikami z zakresu za-

stosowań, które leżą poza obrębem planu niniejszego Poradnika. Jako najobszerniejsze dzieło informacyjne, o charakterze encyklopedycznym, wymieniamy wychodzący obecnie wielotomowy podręcznik Graetza, o którym będzie mowa w rozdziale IX. Do studjowania optyki, która w owych podręcznikach nie jest uwzględniana, polecamy doskonałą książkę Drudego lub Schustera oraz podręczniki doświadczalne. Pewne działy optyki, zwłaszcza t. zw. optyka gieometryczna, mają dzisiaj wielkie zastosowanie w technice przyrządów optycznych, gdyż powstała osobna gałąź techniki optycznej, która wymaga specjalnego wykształcenia naukowego.

---

1) Dzieła polskie z zakresu działów A, B, C.

W literaturze polskiej posiadamy, oprócz wspomnianych już zasad fizyki Witkowskiego, następujące dzieła:

Silvanus P. Thompson. Elektryczność i magnetyzm, przełożył J. J. Boguski. Warszawa, Paprocki, 1885. Str. XI+517. Cena rs. 3. (Wyczerpane).

Wobec ubóstwa naszej literatury naukowej wymieniamy powyższe dzieło — niegdyś wysoko cenione, jako świetnie napisany podręcznik, ale dzisiaj niestety już mocno przestarzałe — mimo że w przeważnej części jest to tylko popularny wykład na poziomie Stopnia II, a tylko dodatek, napisany przez inżyniera A. Zdziarskiego, p. t. »Zarys teorji matematycznej zjawisk elektrycznych«, wchodzi w zakres Stopnia III. Dodatek ten zawiera krótki wykład zasadniczych pojęć teorji potencjału, mieszczący się na 31 stronach i przystępny dla każdego, kto zna początki rachunku wyższego. Może on się przydać początkującym, którzy nie mają przystępu do dzieł pisanych w językach obcych, (wraz z następnym dziełem) jako studjum wstępne do dzieła Merczynga, niżej wymienionego; da im pewien, choć powierzchowny, pogląd na stosowanie matematyki wyższej w dziedzinie elektryczności. Obszerniejsze informacje zawiera dzieło:

A. Jamieson. Zasady magnetyzmu i elektryczności. Uzupełnił I. Kollert. Przełożył E. Stetkiewicz. Warszawa. Wawelberg, 1898. 2 tomy. Cena rs. 2.35. (Wyczerpane).

Większa część tekstu, napisana przez samego autora, jest to dydaktycznie doskonale ułożony, bardzo przystępny i zupełnie elementarny zarys zjawisk magnetycznych i elektrycznych, który każdy już na Stopniu II bez dalszego przygotowania może przerobić z pożytkiem. Autor używa głównie metody argumentacji indukcyjnej, nacisk kładzie na opisy przy-

rządów i szczegóły doświadczalne, teorję zaś rozwija w bardzo szczupłym zakresie, prawie bez żadnych wzorów.

Natomiast rozdziały uzupełniające, dodane przez niemieckiego tłumacza Kollerta, zawierają zwięzły zarys teorji matematycznej tych zjawisk, wchodzący już po części w zakres Stopnia III. Wymagają one znacznie wyższego przygotowania, niż reszta, są pod względem naukowym poprawnie opracowane, ale wątpimy, czy znajdzie się dużo czytelników, mogących strawić tak skondensowany pokarm naukowy. Dzieło posiada zatym budowę bardzo niejednolitą. Poczęści jest mocno przestarzałe, ale wobec braku odpowiedniego dzieła polskiego, zawsze może się jeszcze przydać, jako wstęp do elektrotechniki tym, dla których dzieło Witkowskiego posiada charakter zbyt teoretyczny.

H. Merczyng. Teorja prądu elektrycznego. Zarys zasadniczych praw ustalonego i nieustalonego prądu elektrycznego i towarzyszących mu zakłóceń magnetycznych. Podstawy elektromagnetycznej teoryi światła. Kasa Mianowskiego. Warszawa. E. Wende i S-ka, 1905. Str. IX+92. Cena kop. 75.

Autor zwraca się do czytelników, znających prawa zasadnicze zjawisk elektrycznych oraz elementy rachunku różniczkowego i całkowego i zaznajamia ich w formie przystępnej z teorją matematyczną prądów przemiennych, rozbrojeń oscylacyjnych, oraz fal elektrycznych. Jest to tylko króciutki zarys tej części elektryczności, nie mający pretensji do wyczerpania przedmiotu, ale właśnie jako taki może się przydać do pierwszego rozejrzenia się na tym polu. Polecamy go jako wstęp do trudniejszych i obszerniejszych dzieł (Thomson, Jeans, Silberstein i t. d.). Treść: Wstęp. 1) Przypadki zasadnicze przebiegu prądu elektrycznego w obwodach, posiadających samoindukcję i pojemność. 2) Wyładowania oscylacyjne elektryczności. 3) Pole magnetyczne, wywołane przez prąd elektryczny. 4) Prądy dielektryczne Maxwella, elektromagnetyczna teorja światła. 5) Zarys teorji elektronów do objaśnienia zjawisk elektrycznych.

Mniej więcej podobnego przygotowania wymaga dzieło niedawno wydane:

M. Pożaryski. Podstawy naukowe elektrotechniki łącznie z zasadami pomiarów. Kasa Mianowskiego. Warszawa, Gebethner i Wolff. 1915. Str. X+415. Cena rb. 2.40.

Rzecz, zakrojona na szerszą skalę, obejmuje wszystkie

działy elektryczności (wraz z elektrochemją), ale traktuje je wyłącznie z punktu widzenia zastosowań technicznych, nie wchodząc w głębsze roztrząsania strony teoretycznej; pod tym względem odwołuje się do fizyki Witkowskiego, jako podstawy naukowej. Jakkolwiek w dziele tym wybitnie występuje charakter techniczny, możemy je polecić także do studjum naukowego, zwłaszcza tym, dla których obca literatura jest nieprzystępna.

L. Silberstein. Elektryczność i magnetyzm. Wykład teoretyczny, poprzedzony wstępem o algebrze i analizie wektorów. Kasa Mianowskiego. Warszawa, Wende i Ska. Tom I. 1908. Str. VIII+366. Cena rs. 3.50. Tom II. 1910. Str. VII+304. Cena rs. 3. Tom III. Część pierwsza. 1913. Str. 173. Cena rs. 1.80.

Dzieło poważne o wartości niepośledniej, poświęcone obszernemu i gruntownemu wykładowi nowoczesnej teorji elektryczności, bardzo godne polecenia do studjów specjalnych. Pierwsza część przypomina częściowo dzieła Heaviside'a oraz podręcznik Abrahama. Podobieństwo polega między innemi na systematycznym używaniu rachunku wektorowego, tak użytecznego w tej właśnie dziedzinie, a którego zasady są krótko objaśnione w rozdziale wstępnym. Książka różni się jednak od owych dzieł (pisanych więcej w sposób dydaktyczny i tonem subjektywnym) głównie systematycznym układem treści.

Jest to bowiem systematyczny wykład teorji elektryczności, postępujący metodą dedukcji matematycznej z praw aksjomatycznie na czele postawionych, wzorowany na dziełach z zakresu matematyki lub mechaniki analitycznej. Autor usiłuje przedstawić w nim materjał jako zaokrągloną całość, w sposób możliwie wyczerpujący, analizując go krytycznie, omawiając metody matematyczne, a podając równocześnie źródła bibljograficzne. Dzieło, dzięki tym właściwościom, będzie oddawać niepospolite usługi wszystkim, którzy są przygotowani do posługiwania się nim. Fachowców zainteresują także pewne uwagi i szczegóły, pochodzące z własnych badań autora.

Wykład jest bardzo jasny, zrozumienie jego wymaga jednak pewnego zasobu wiadomości przedwstępnych oraz wprawy w oderwanych rozumowaniach matematycznych. Dlatego pole-

camy dzieło to tylko takim studjującym, którzy przez przerobienie Witkowskiego oraz książek w rodzaju Ferrarisa, Merczynga, Pożaryskiego zdobyli przynajmniej podstawowe wiadomości z teorji elektryczności. Bardzo pożądane jest także, żeby czytelnik poprzednio się już oswoił z rachunkiem wektorowym (mechanika Czopowskiego lub Föppla). Zaznaczamy jeszcze wyraźnie, że plan tego dzieła nie obejmuje badań doświadczalnych, ani teorji przyrządów elektrycznych i zastosowań technicznych, że zatym te działy trzeba uzupełnić przy pomocy innych podręczników.

Treść: Tom I. Wstęp. Algiebra i analiza wektorów. 1) Pojęcia zasadnicze. 2) Maxwellowskie równania różniczkowe pola elektro-magnetycznego. 3) Energja i siły ponderomotoryczne. 4) Elektrostatyka i magnetostatyka. 5) Prądy niemal stateczne.

Tom II. 6) Fale elektromagnetyczne w próżni. 7) Fale w przewodnikach. 8) Zasady elektromagnetycznej teorji światła. 9) Maxwellowskie równania dla ciał ruchomych wobec doświadczeń. 10) Teorji elektronów część ogólna.

Tom III. Część pierwsza. 11) Teorji elektronowej część specjalna.

Co do nowszych badań na polu elektroniki rozbrojeń w gazach i t. d. odsyłamy do str. 253, a zwłaszcza do dzieła Campbella.

2) Dzieła obce, obejmujące teorję elektryczności, a zwłaszcza jej działy A, B.

H. Starke. Experimentelle Elektrizitätslehre, verbunden mit einer Einführung in die Maxwell'sche und die Elektronentheorie der Elektrizität und des Lichts. Lipsk. Teubner. Wyd. 2. 1910. Str. XVI+662. Cena w opr. m. 12.

Jest to doskonały podręcznik, jasno i zajmująco napisany i godny polecenia dla tych, którzy z najmniejszym trudem pragną się zapoznać z zasadniczemi zjawiskami całego zakresu właściwej elektryczności z punktu widzenia nowoczesnego. W rozważaniach teoretycznych jest powierzchowniejszy niż podręcznik Witkowskiego, natomiast zawiera więcej szczegółów natury doświadczalnej oraz dobre ilustracje; wogóle nie-

tylko jego treść, ale i forma zewnętrzna jest zachęcająca. Przeważna część książki jest zrozumiała bez matematyki wyższej. Pożyteczną jest zwłaszcza jako uzupełnienie dzieł o charakterze abstrakcyjno-matematycznym.

G. Ferraris. Wissenschaftliche Grundlagen der Elektrotechnik. Deutsch von L. Finzi. Lipsk. Teubner. Wyd. 2. 1911. Str. XII+380. Cena m. 12.

Jest to bardzo dobra, jasno i przystępnie napisana książka autora włoskiego; może posłużyć początkującym samoukom za wstęp do matematycznej teorji elektryczności. Obejmuje przeważnie teorję klasyczną (dział A, a tylko pobieżny zarys działu B). ale reformatorskie myśli Maxwella przebijają się już w sposobie przedstawienia części A. Autor nie robi użytku z symboliki wektorowej. Po przerobieniu tej książki czytelnik łatwo, przejdzie do dzieł nieco trudniejszych, jak np.:

C. Schäfer. Einführung in die Maxwell'sche Theorie der Elektrizität und des Magnetismus (z portretem Maxwella). Lipsk, Teubner, 1908. Str. VIII+174. Cena w opr. m. 3.80.

Dzieło o zakresie nieco podobnym do książki poprzedniej, lecz pisane w zwięźlejszej formie z położeniem większego nacisku na objaśnienie teorji Maxwella. Polecamy zwłaszcza początkującym, którzy, znając ogólne zarysy dawnych klasycznych teorji elektryczności, pragną w łatwy sposób przejść do teorji Maxwella. Autor unika wszelkich, nieco trudniejszych wywodów, jak np. twierdzeń Greena i Stokesa z teorji potencjału i nie robi użytku z rachunku wektorowego.

R. Gans. Einführung in die Theorie des Magnetismus. Lipsk, Teubner, 1908. Str. VI+110. Cena w opr. m. 2.80.

Dobra książka, dająca pogląd na teorję magnetyzmu Maxwella i przygotowująca do dzieł naukowych w tym zakresie. Początkującemu samoukowi radzimy poprzednio przerobić jedno z dwu dzieł wyżej wymienionych.

J. Classen. Theorie der Elektrizität und des Magnetismus. Sammlung Schubert. Göschen, Lipsk. I Band: Elektrostatik und Elektrokinetik. Str. X+184, 1900. Cena m. 5. II Band: Magnetismus und Elektromagnetismus. Str. IX+251. 1904. Cena m. 7.

Dzieło godne polecenia, o poziomie średnim, pisane w duchu nowoczesnym, wymaga nieco więcej wprawy matematycznej niż Ferraris, ale też więcej zawiera materjału w stosunkowo szczupłej formie. Obejmuje oprócz samej teorji także najważniejsze metody miernicze i teorję przyrządów mierniczych. Bez symboliki wektorowej.

F. Richarz. Anfangsgründe der Maxwell'schen Theorie

verknüpft mit der Elektronentheorie. Lipsk, Teubner, 1909. Str. IX+246. Cena w opr. m. 8.

Książka ta może się przydać tym, którzy unikają rachunku wektorowego, przy gruntowniejszym przerabianiu matematycznym teorji Maxwella. Jako podręcznik nie jest do polecenia, bo jest za trudna dla początkujących, a za mało wyczerpuje materjał w porównaniu np. z dziełami Silbersteina i Abrahama. Korzysta tylko z pojęć zasadniczych teorji elektronowej, ale nie rozwija ich szczegółowo.

P. Drude's Physik des Aethers auf elektromagnetischer Grundlage. Wyd. 2, opracowane przez W. Königa. Str. XVI+671. Stuttgart, Enke, 1912. Cena w opr. m. 17.40. Dzieło Drudego przyczyniło się w pierwszym wydaniu (obok książki Föppla) najwięcej do rozpowszechnienia teorji Maxwella w Niemczech i cieszyło się wielką wziętością jako podręcznik tego przedmiotu. Drugie wydanie różni się od pierwszego odmiennym układem, gdyż początek tworzy obecnie elektrostatyka, w pierwszym zaś wydaniu magnetyzm.

Rzecz jest pisana jasno, wymaga jednak pewnej wprawy matematycznej. Polecamy ją zatym takim, którzy przeszli dzieła o zakresie początkowym i pragną zdobyć gruntowniejsze podstawy wiedzy w zakresie elektryczności. Zaletą dydaktyczną jest ścisła łączność wywodów teoretycznych z podstawami doświadczalnemi. Żałować należy natomiast, że autor nie robi użytku z rachunku wektorowego, którego znajomość dzisiaj jest już niezbędną dla gruntowniejszych studjów w tym zakresie.

Właśnie z tego względu dzieło to odda jednak usługi tym, którzy nie chcą sobie zadać trudu zapoznania się z owym rachunkiem i dla których wskutek tego podręczniki Abrahama i Silbersteina nie są przystępne. Bardzo gruntownie opracowany jest dział o drganiach elektrycznych i w nim dzieło to zbliża się do poziomu traktatu naukowego, przeznaczonego dla specjalistów.

J. J. Thomson. Elements of the Mathematical Theory of Electricity and Magnetism. Wyd. 4. Cambridge University Press. 1909. Cena szyl. 10. Dawniejsze wydanie tegoż dzieła po niemiecku: »Elemente der mathematischen Theorie der Elektrizität und des Magnetis-

mus. Deutsch von WERTHEIM«. Str. XIII+414. Brunswik, Vieweg, 1897. Cena m. 8.

Autor przedstawił w tym dziele zasadnicze rysy teorji zjawisk elektrycznych (działy A, B) wraz z teorją głównych przyrządów i metod mierniczych, posługując się poglądami MAXWELLA, stosując jednak, ile możności, elementarne metody matematyczne. Robi głównie użytek z poglądowych sposobów dowodzenia gieometrycznego i opiera się w tym celu przedewszystkim na pojęciu linji siły, albo raczej strug indukcyjnych, które jeszcze wykształca w sposób dosyć oryginalny. Symbolów rachunku wyższego używa bardzo mało, przeważnie tylko w zakresie indukcji i fal elektrycznych.

Jest to dzieło bardzo pouczające i polecenia godne. Zrozumienie jego będzie jednak sprawiać naszym czytelnikom często większe trudności, niż dzieł korzystających więcej z metod algiebraiczno-analitycznych. Polecamy je właśnie jako przeciwwagę takim, którzy poznali zakres elektryczności poprzednio tylko z dzieł czysto teoretycznych, zapełnionych zawiłemi wywodami matematycznemi.

Treść: Ogólne zasady elektrostatyki. Linje siły. Pojemność przewodników. Kondensatory. Stała dielektryczna. Obrazy elektryczne i inwersja. Magnetyzm. Magnetyzm ziemi. Indukcja magnetyczna. Prądy elektryczne. Elektromagnetyzm. Indukcja elektromagnetyczna. Jednostki elektryczne. Wymiary. Prądy dielektryczne i elektromagnetyczna teorja światła. Prądy termoelektryczne. Ostatnie angielskie wydanie zawiera jeszcze uzupełnienia, np. rozdział o poruszających się nabojach elektrycznych.

J. C. Maxwell. A Treatise on Electricity and Magnetism. 2 tomy, Oxford. Clarendon Press. 1873. Cena szyl. 32. To samo w tłumaczeniu:

— Lehrbuch der Elektrizität und des Magnetismus. Deutsch von WEINSTEIN. 1883. T. I. Str. XX+528. T. II. Str. XIV+624.

— Traité de l'Electricité et du Magnétisme (uzupeł. przez CORNU, POTIER, SARRAU) 2 tomy. Paryż Gauthier-Villars. 1885—1889. Cena fr. 30.

Dzieło, zakrojone na wielką skalę, o znaczeniu podstawowym w historji nauki o elektryczności; mimo że niektóre ustępy są nieco przestarzałe, dzisiaj jeszcze jest interesujące i pouczające. Zawiera nietylko

to, co uważamy za właściwą teorję Maxwella, ale również i dość wyczerpujący obraz »klasycznych« teorji elektryczności oraz metod matematycznych, używanych w teorji potencjału, opis i teorję przyrządów, dyskusję nad metodami mierniczemi i t. d. Mimo że nie jest to podręcznik dla studjujących, lecz dzieło źródłowe dla fachowców o poziomie naukowym, radzimy przecież wszystkim, któremi kierują prawdziwe pobudki naukowe, żeby się choć powierzchownie zapoznali z tym źródłem, po przerobieniu dzieł łatwiejszych. Charakterystyczne myśli Maxwella rozwinął później Heaviside w formie oczyszczonej od naleciałości mechanicznych, którą przejęli nowsi autorowie, jak Föppl, Abraham i t. d.

J. H. Jeans. The Mathematical Theory of Electricity and Magnetism. Cambridge University Press, wyd. 2, 1912. Str. VII+592. Cena szyl. 15.

Jest to dzieło doskonałe, mniej więcej podobnego zakresu, jak podręcznik Maxwella, ale przeznaczony dla studjujących. W porównaniu z owym podręcznikiem zostało ono skrócone przez opuszczenie różnych szczegółów doświadczalnych, metod mierniczych, obliczeń, odnoszących się do teorji przyrządów, ustępów historycznych, a natomiast zostało rozszerzone przez wyłożenie teorji matematycznej w sposób przystępniejszy i odpowiedniejszy z punktu widzenia dydaktycznego. Zwłaszcza teorja potencjału jest traktowana bardzo obszernie i wszystkie metody matematyczne, występujące w tym zakresie (twierdzenie Stokesa, twierdzenia Greena, funkcje kuliste, funkcje zmiennych zespolonych, szeregi Fouriera, współrzędne krzywolinijne i t. d.) są szczegółowo objaśnione.

Wskutek tego dzieło to odda znakomite usługi tym, którzy pragną się zapoznać ze sposobami stosowania matematyki wyższej w fizyce i to nietylko w zakresie elektryczności, ale i licznych innych działów, gdzie te same metody znajdują zastosowanie. Wielką zaletę dzieła stanowią także zadania, których przerobienie usilnie zalecamy. W całości polecamy to dzieło gorąco studjującym matematykom i fizykom po przerobieniu łatwiejszych podręczników w rodzaju Ferrarisa, Classena, Thomsona i t. d.

3) Monografje uzupełniające.

a) Teorja potencjału.

E. Grimsehl. Angewandte Potentialtheorie in elementarer Behandlung. Lipsk, Göschen. Str. VII+219. Cena m. 6.

Jest to bardzo przystępnie napisany wstęp do teorji potencjału oraz zastosowań do grawitacji i elektrostatyki. Wymaga znajomości zaledwo początków matematyki wyższej i główny nacisk kładzie na stronę fizyczną przedmiotu, bez roztrząsania finezji matematycznych. Nadaje się bardzo dobrze jako wstęp do nauki o elektryczności. Drugi tom ma zawierać zastosowania do magnetyzmu, elektromagnetyzmu, prądów elektrycznych.

A. Wangerin. Theorie des Potentials und der Kugelfunktionen. Sammlung Schubert, Göschen, Lipsk 1909. Str. VIII+255.

Poziom tego podręcznika jest wyższy, niż poprzednio omawianego. Można go uważać za dalszy ciąg tamtego albo raczej za jego uzupełnienie matematyczne. Autor jednak zajmuje się teorją potencjału wyłącznie z punktu widzenia zastosowań do fizyki i pobieżnie traktuje te kwestje, które posiadają znaczenie tylko czysto matematyczne. Zakres dzieła odpowiada na ogół wykładowi o poziomie średnim Stopnia III. Kto je przerobi, będzie dostatecznie przygotowany do studjowania dzieł specjalnych. Rzecz godna polecenia jako uzupełnienie podręczników o elektryczności i jako przygotowanie do studjów wyższych.

H. Poincaré. Théorie du potentiel newtonien. Paryż, Gauthier-Villars, 1899, str. 366. Cena fr. 14.

Jest to dzieło naukowe, przedstawiające teorję potencjału z punktu widzenia czysto matematycznego. Autor mało się zajmuje obliczaniem zagadnień specjalnych, nie dotyka zastosowania pojęcia potencjału do fizyki, lecz rozwija ogólne metody matematyczne, zwłaszcza w związku z t. zw. zasadą Dirichleta, kładąc przytym główny nacisk na ścisłość logiczną wywodów. Rzecz nieprzystępna dla początkujących, posiada jednak wielkie znaczenie dla specjalistów, oddających się studjom w zakresie tej gałęzi nauki, zajmującej miejsce pośrednie między fizyką a matematyką czystą.

W związku z tym zwracamy również uwagę na dzieło F. Neumanna, p. str. 188. Jest to dzieło starsze, o podobnej tendencji, ale pisane przy-

stępniej i poświęcające więcej uwagi zastosowaniom potencjału w fizyce. Specjalistów wreszcie odsyłamy do całego szeregu prac naukowych z tego zakresu, ogłoszonych przez profesora St. Zarembę w Rozprawach Akademji Krakowskiej.

b) Teorja Maxwella i teorja elektronowa.

M. Abraham. Theorie der Elektrizität. Lipsk, Teubner. 1 Bd. Einführung in die Maxwell'sche Theorie der Elektrizität mit einem einleitenden Abschnitte über das Rechnen mit Vektorgrössen in der Physik. Wyd. 3, str. XVIII+460.Cena m. 12. — 2 Bd. Elektromagnetische Theorie der Strahlung. Wyd. 3, str. X+402. Cena m. 11.

Pierwszy tom jest przeróbką świetnego dzieła Föppla, wydanego pierwszy raz w r. 1894. Książka pisana w oryginalnej, przystępnej i ujmującej formie, przyczyniła się swego czasu bardzo do rozpowszechnienia w Niemczech teorji Maxwella, a także rachunku wektorowego. Zmiany, dokonane przez Abrahama, polegają na nieco odmiennym ujęciu niektórych szczegółów, spowodowanym rozwojem nauki, oraz na uwzględnieniu pewnych nowszych badań.

Gdy pierwszy tom ma charakter podręcznika dla dojrzalszych studjujących, drugi natomiast zbliża się do poziomu dzieła naukowego. Przedmiotem jego jest teorja elektronowa, ze szczególnym uwzględnieniem fal elektromagnetycznych, wywoływanych przez elektrony drgające. Promieniowanie termodynamiczne autor porusza tylko ubocznie, gdyż ono wchodzi w zakres innego działu fizyki (p. str. 211). Drugi tom jest dziełem bardzo cennym, dającym pogląd na ogromny rozwój teorji elektryczności, dokonany w ostatnich latach kikunastu, i odzwierciadlającym także dość silnie indywidualne zapatrywania autora. Wyraźnie zaznaczamy, że w obu tomach autorowi chodzi jedynie o konstrukcję abstrakcyjnej teorji i że nie dotyka wcale kwestji natury doświadczalnej lub zastosowań praktycznych. Dzieło to dla Niemców jest dzisiaj niemal niezbędnym składnikiem wyższego wykształcenia w dziedzinie teorji elektryczności, dla nas jednak mniejsze ma znaczenie, gdyż posiadamy dzieło Silbersteina o nieco podobnym charakterze, ale wszechstronniejsze, które zamiast niego gorąco można polecić.

O. Heaviside. Electromagnetic Theory. 3 tomy. Londyn, »The Electrician« — printing and publishing company.

Autor swemi pracami położył wielkie zasługi dla rozpowszechnienia i wydoskonalenia teorji Maxwella. Oczyścił teorję tę od niepotrzebnego balastu poglądów mechanicznych, ubrał ją w matematycznie zwięzłą i elegancką formę i podał liczne zastosowania, ważne zarówno dla teorji jak i dla praktyki. Dzieło zawiera szereg artykułów i prac jego, ułożonych w pewną całość. Pierwszy tom zawiera: 1. Zarys związków elektromagnetycznych. 2. Zasady rachunku wektorowego i analizy wektorowej. 3. Teorję płaskich fal elektromagnetycznych. — Jest on pisany językiem

przystępnym, a okraszony rzadkim w dziełach naukowych dowcipem. Drugi i trzeci tom zawierają badania późniejsze, interesujące wyłącznie specjalistów. Z dzieła tego, różniącego się swemi dziwactwami jaskrawo od dzieł klasycznych, czerpali natchnienie liczni późniejsi autorowie (jak np. Föppl i Abraham). Studjowanie jego jest i dzisiaj jeszcze bardzo zajmujące, pomimo że znaczna część tych wywodów została powszechnie przyjęta i spopularyzowana przez innych autorów, pewne zaś inne ustępy straciły na znaczeniu wskutek rozwoju teorji elektronowych.

A. H. Bucherer. Mathematische Einführung in die Elektronentheorie. Lipsk, Teubner, 1904, str. II+148. Cena w opr. m. 3.20.

Dzieło to jest przystępniejsze od drugiego tomu Abrahama. Daje krótki zarys matematycznej teorji elektronowej. Wymaga znajomości rachunku wektorowego. Polecić je można studjującym, którzy już poznali teorję Maxwella i pragną przejść do teorji elektronowej i tym samym do dzisiejszych badań na polu teorji elektryczności.

H. A. Lorentz. The Theory of Electrons and its Applications to the Phenomena of Light and radiant Heat. Lipsk, Teubner, 1909, str. IV+332. Cena w opr. m. 9.

Jest to nadzwyczaj cenne dzieło naukowe o teorji elektronowej, napisane przez właściwego jej twórcę. Przystępne dla specjalistów, po przerobieniu książki Buchera lub Silbersteina. Tłumaczenie niemieckie przygotowuje się u tego samego nakładcy. Jako wstęp dla pierwszego zapoznania się z teorją elektronów można polecić wykład tegoż autora pod tytułem: Ergebnisse und Probleme der Elektronentheorie. (Berlin, Springer 1905, str. 62), choć pamiętać należy, że od czasów jego wygłoszenia sprawa już w pewnych punktach dalej się posunęła.

Niedawno ukazał się wreszcie tak bardzo pożądany systematyczny podręcznik teorji elektronowej, wraz z zastosowaniami tejże do przewodnictwa elektryczności w metalach i gazach, oraz do optyki i promieniotwórczości:

O. W. Richardson. The Electron Theory of Matter. Cambridge. Str. VI+612. Cena 18 szyl.

Rzecz bardzo godna polecenia, napisana przez wybitnego

badacza na tym polu nauki, przystępna jednak tylko dla tych, którzy posiadają wykształcenie w zakresie »początków« i »podstaw« elektryczności.

c) Fale elektryczne.

Oprócz ustępów, poświęconych temu przedmiotowi w podręcznikach obszerniejszych, wymieniamy jeszcze następujące dzieła specjalne:

H. Poincaré. La théorie de Maxwell et les oscillations Hertziennes. Télégraphie sans fil. Paryż, Gauthier-Villars, 1907, str. 100. Cena fr. 2. (W druku przekł. polski).

Jest to nadzwyczajnie przystępnie napisany zarys, bez żadnego wzoru matematycznego, mogący służyć za dowód rzadkiego talentu popularyzacyjnego słynnego matematyka. Zrozumiały jest nawet już dla dojrzalszych samouków Stopnia II. Polecamy go gorąco jako wstęp dla tej dziedziny.

Natomiast dzieło tegoż autora p. t. Les oscillations électriques, Paris, 1893, Gauthier-Villars, 212 str. Cena fr. 6 — ma charakter podręcznika o poziomie wyższym, przystępnego dla tych, którzy posiadają przygotowanie matematyczne i przestudjowali dzieła elementarne z zakresu teorji Maxwella.

W tonie popularyzacyjnym pisane są również następujące książki:

J. R. von Geitler. Elektromagnetische Schwingungen und Wellen. Str. VIII+154. Brunświk, Vieweg, 1905. Cena w opr. m. 5.20.

Autor rozwija temat historycznie, nawiązując kolejno do prac Newtona, Faraday'a, Maxwella i Hertza i wprowadzając czytelnika bez pomocy matematyki wyższej do dziedziny zjawisk elektryczności, a zwłaszcza zjawisk falowania elektrycznego. Głębszą korzyść jednak odniesie tylko ten, kto posiada już pewne gruntowniejsze przygotowanie.

J. A. Fleming. Elektrische Wellentelegraphie, 4 Vorlesungen. Deutsch von E. Aschkinass. Lipsk, 1906, Teubner. Str. IV+185. Cena w opr. m. 5.

Wykłady bardzo przystępne, bez wywodów matematycznych, dające doskonały pogląd na zastosowanie fal Hertza do telegrafji bez drutu, w zakresie dla fizyka zajmującym.

Natomiast dla fachowców elektrotechników, pracujących w tym dziale, przeznaczone są dzieła specjalne, jak np.:

J. Zenneck. Lehrbuch der drahtlosen Telegraphie. Wyd. 3. Stuttgart, Enke, 1915. Cena opr. m. 16.60.

Dzieło gruntowne, a jednak zwięźlejsze i nowocześniejsze, niż ob-

szerne i przepełnione szczegółami technicznemi, dzieło tegoż autora: »Elektromagnetische Schwingungen und drahtlose Telegraphie«. Stuttgart, Encke, 1905. Cena opr. m. 30.

Oba dzieła w wydaniu pierwszym ukazały się również w tłumaczeniu francuskim. (Gauthier-Villars, Paryż).

4. Zjawiska elektronowe w gazach i metalach.

Przedewszystkim wymienić należy na tym miejscu dzieło niedawno na język polski przełożone, które odzwierciedla kierunek badań kilkunastu lat ostatnich na polu teorji elektronów i zjawisk z nią związanych:

N. R. Campbell. Współczesna teorja elektryczności, przełożył i uwagami zaopatrzył Ludwik Silberstein. Warszawa. Nakład H. Lindenfelda, 1913. Str. X+333.

Rzecz napisana bardzo przystępnie, możnaby powiedzieć prawie popularnie, gdyby wysoki poziom naukowy takiego określenia nie wyłączał, a przytym prawdziwie zajmująco. Przy czytaniu trzeba wszakże pamiętać, że chodzi tu nieraz o spekulacje hipotetyczne, zabarwione osobistemi zapatrywaniami autora, i że słowo »współczesna« w nagłówku odnosi się do roku wydania oryginału 1907, a po 6-ciu latach w tych poglądach już zaznaczyły się pewne różnice, które poczęści już tłumacz uwzględnił w przypiskach. Teorji względności jeszcze książka nie zawiera. W każdym razie jest to w naszym języku (obok trudniejszego bez porównania dzieła Silbersteina) książka najbardziej nowoczesna; polecić ją można gorąco wszystkim jako uzupełnienie dzieła Witkowskiego oraz klasycznych podręczników elektryczności. Czytanie jej pobudzi i zachęci każdego do bliższego studjowania rozwoju badań w tej dziedzinie.

Dalej wymieniamy szereg przystępnie napisanych książeczek monograficznych, dających doskonały pogląd na pewne działy tych najnowszych badań.

P. Villard. Les rayons cathodiques. Wyd. 2. Paryż, Gauthier-Villars, 1908. Str. 107. Cena fr. 2.

G. C. Schmidt. Die Kathodenstrahlen. Wyd. 2. Brunświk, Vieweg, 1907. Str. VII+127. Cena w opr. m. 3.60.

Jedna i druga książeczka daje przystępny opis badań do-

świadczalnych nad promieniami katodowemi i kanałowemi, bez długich wywodów matematycznych.

J. J. Thomson. Elektrizität und Materie. Übersetzt von G. Siebert. Wyd. 2. Brunświk, Vieweg, 1909. Str. VIII+116. Cena w opr. m. 3.60.

J. J. Thomson. Die Korpuskulartheorie der Materie. Übersetzt von G. Siebert. Brunświk, Vieweg, 1908. Str. VIII+166. Cena w opr. m. 5.80.

Oba dziełka, nadzwyczaj interesujące i cenne, tworzą opracowanie wykładów popularnych Thomsona. Pierwsze tłumaczy w sposób bardzo jasny, jak dochodzimy do pojęcia elektronów (Thomson nazywa je korpuskule) i jak na tym tle można wyobrazić sobie budowę atomów materjalnych, złożonych z większej liczby elektronów. Druga książka, wymagająca przygotowania nieco gruntowniejszego, rozwija teorję elektronów szczegółowiej. Autor wchodzi w roztrząsania zjawisk elektrycznych, występujących w metalach i wskazuje pewne trudności teoretyczne, które go skłaniają do przyjęcia niektórych zmian w pierwotnej swej teorji.

W związku z tym przedmiotem są również bardzo ciekawe najnowsze badania autora nad promieniami kanalikowemi (dodatniemi), z których zdaje sprawę w niedawno ogłoszonej książce:

J. J. Thomson. Rays of Positive Electricity. Londyn, Longmans, Green. Cena szyl. 5.

Zjawisk elektrycznych, występujących w metalach, dotyczy także książka:

K. Baedeker. Die elektrischen Erscheinungen in metallischen Leitern. (Leitung, Thermoelektrizität, galvanomagnetische Effekte, Optik). Brunświk, Vieweg, 1911. Str. VIII+146. Cena w opr. m. 4.80.

Streszcza krótko główne wyniki nowszych badań doświadczalnych nad tym przedmiotem, oraz próby powiązania ich z teorją elektronową.

Jako dzieło, dające ogólny pogląd na cały obszar zjawisk, związanych z teorją elektronową, polecić można zresztą także:

Sir Oliver Lodge. Elektronen oder die Natur und die Eigenschaften der negativen Elektrizität. Übersetzt von G. Siebert. Lipsk, Quandt und Händl, 1907. Str. VIII+203.

Wykład bardzo przystępny, zaopatrzony w krótkie tylko objaśnienia matematyczne.

To samo po francusku pod tytułem: Sur les Électrons. Paryż, Gauthier-Villars, 1906. Cena fr. 2.75.

Jako bardzo interesujące, przystępnie napisane dzieło podobnego zakresu polecamy na tym miejscu także:

Les idées modernes sur la condition de la matière, conférences faites en 1912. Paryż, Gauthier-Villars, 1913. Str. 370.

Powstało z szeregu odczytów, urządzonych przez francuskie towarzystwo fizyczne, w których wybitni uczeni specjaliści omawiali nowsze badania na polu teorji kinetycznej, elektroniki, promieniowania, promieniotwórczości i magnetyzmu.

W zakresie zjawisk przewodnictwa elektryczności w gazach można zdobyć pewien powierzchowny pogląd na podstawie książek Campbella lub Lodgea oraz czytając odpowiednie działy z podręczników doświadczalnych (Starke, Witkowski, Winkelmann i t. d.), jako też dzieł o promieniotwórczości, wymienionych w dalszym ciągu.

Do studjum systematycznego i gruntowniejszego służyło dotychczas jedynie:

J. J. Thomson. Conduction of Electricity through Gases. Cambridge University Press. Wyd. 2. 1906. Cena szyl. 16, oraz tłumaczenia tego dzieła:

— Elektrizitätsdurchgang in Gasen. Deutsch von E. Marx, Lipsk, Teubner, 1906. Str. VII+587. Cena w opr. m. 19.

— Passage de l'électricité à travers les gaz. Paryż, Gauthier-Villars, 1912. Str. X+694. Cena fr. 24.

Jest to dzieło nadzwyczaj cenne, napisane przez uczonego, który nadał kierunek rozwojowi nowoczesnemu tego działu nauki i stworzył całą szkołę specjalistów, opracowujących myśli przez niego rzucone. Autor przedstawia w jasny sposób ogólną teorję przewodnictwa gazów, jak również i specjalne metody doświadczalne i wyniki pomiarów, w zakresie wszystkich zjawisk związanych z tym przedmiotem. Zrozumienie tego dzieła wymaga znajomości podstaw teorji elektryczności oraz teorji kinetycznej gazów. Niestety rzecz już niezupełnie odpowiada poziomowi badań dzisiejszych.

Obecnie ukazuje się wreszcie systematyczne i najnowszym postępom odpowiadające opracowanie tej dziedziny zjawisk w zbiorowym wydawnictwie Handbuch der Radiologie, o którym mowa jest poniżej.

W związku z tym przedmiotem polecamy również:

H. Mache und **E. von Schweidler.** Die atmosphärische Elektrizität. Methoden und Ergebnisse der modernen luftelektrischen Forschung. Brunświk, 1909, Vieweg. Str. XI+247. Cena w opr. m. 6.80.

Doskonały zarys nowszych badań na tym polu, które do pewnego stopnia wyjaśniły zjawiska elektryczności atmosferycznej, tak zagadkowe

do niedawna. Zawiera też obszerną bibljografję tego przedmiotu. Rzecz zrozumiała po przerobieniu wstępnych podręczników teorji elektryczności.

5. Promieniotwórczość.

Oprócz dzieła Witkowskiego, książki Campbella oraz broszur, wymienionych w Stopniu II, posiadamy w języku polskim następujące dzieła specjalne z tego zakresu:

L. Bruner. O ciałach promieniotwórczych. Warszawa. Nakład E. Wendego i Ski, 1914. Str. 157.

Jest to drugie, uzupełnione wydanie wykładów, ogłoszonych początkowo w Krakowie pod tytułem »Ewolucja materji«. Wykłady te, zrozumiałe dla początkujących, dają treściwy i odpowiadający dzisiejszemu stanowi wiedzy obraz zjawisk promieniotwórczych, autor przytym kładzie nacisk na stronę chemiczną. Doskonałą tę książeczkę polecić można jako wstęp do dziedziny promieniotwórczości.

Treść: 1. Wstęp. O odkryciu zjawisk promieniotwórczych. 2. Zjawiska przewodzenia elektryczności w gazach. 3. Rad. 4. Energietyka przemian promieniotwórczych. 5. Szeregi promieniotwórcze toru i aktynu. 6. Rozpowszechnienie radu w przyrodzie. 7. Promieniotwórczość zwykłych pierwiastków. 8. Pierwiastki promieniotwórcze a układ perjodyczny. Ewolucja materji. 9. Zastosowanie lecznicze ciał promieniotwóczych.

Marya Curie-Skłodowska. Badania ciał radioaktywnych. Odbitka z Chemika polskiego. Warszawa, E. Wende i Ska, 1904. Str. 61. Cena kop. 75.

Jest to tłumaczenie słynnej dysertacji doktorskiej autorki: Recherches sur les substances radioactives, dającej świetny obraz stanu tych badań aż do czasu tej publikacji. Posiada trwałą wartość historyczną.

Z obcej literatury wymieniamy:

P. Gruner. Kurzes Lehrbuch der Radioaktivität. Bern, Francke, 1911. Str. 119. Cena m. 2.50.

Bardzo dobry zwięzły podręcznik dla początkujących. Zawiera dość szczegółową bibljografję prac oryginalnych.

E. Rutherford. Radioactivity. Cambridge University Press. Wydanie 2. 1905. Cena szyl. 12½. Uzupełnione wydanie niemieckie p. t. Die Radioaktivität w tłumaczeniu E. Aschkinass. Berlin, Springer, 1907. Str. VIII+597. Cena m. 16.

Doskonały podręcznik; pomimo znacznych postępów, dokonanych w ostatnich latach, jeszcze zachowuje wartość aktualną. Uwzględnia przedewszystkim fizyczną stronę zjawisk.

Madame P. Curie. Traité de radioactivité. 2 tomy. Paryż Gauthier-Villars, 1910. Cena fr. 30. To samo w przekładzie niemieckim:

— Die Radioaktivität. Deutsch von B. FINKELSTEIN. 2 Bände. Akademische Verlagsgesellschaft. Lipsk, 1912. Cena m. 30.

Jest to najgruntowniejsze dziś i najobszerniejsze dzieło o tym przedmiocie. Uwzględnia także historję tej nowej nauki oraz czysto chemiczne metody badania. Niezbędne dla specjalistów. Wydanie niemieckie zostało przez autorkę uzupełnione w pewnych szczegółach.

Chcąc zresztą pozostać *au courant* rozwoju naukowego tej dziedziny, jak też i poprzedniego działu (zjawisk elektronowych), trzeba koniecznie śledzić prace, ukazujące się w czasopismach naukowych, co, wobec niezmiernie szybkich postępów na tym polu oraz obfitości materjału, połączone jest z niemałym trudem. Świetne usługi oddają pod tym względem referaty sprawozdawcze, oraz bibljografja w »Jahrbuch der Radioaktivität und Elektronik«.

W toku jest obecnie wydanie sześciotomowego:

»Handbuch der Radiologie«, opracowanego przez cały szereg specjalistów pod redakcją E. MARXA (Akademische Verlagsgesellschaft, Lipsk).

Do tej chwili wyszedł tom drugi, którego autorem jest E. RUTHERFORD, poświęcony właściwej promieniotwórczości, oraz tom trzeci, zawierający artykuły następujących autorów: E. GEHRCKE (poświata ujemna), R. SEELIGER (zorza dodatnia), W. HALLWACHS (fotoelektryczność), E. MARX (dodatek do tejże).

Dzieło to, gdy się ukaże w całości, będzie nadzwyczajnie cenną pomocą przy pracach naukowych w tej dziedzinie.

Promienie Röntgena zwykle są ubocznie traktowane w dziełach poświęconych rozbrojeniom elektryczności w gazach. Obszerny artykuł o nich wejdzie w skład wspomnianego właśnie »Handbuch'u«. Zresztą, jako dzieła specjalne, wymieniamy:

R. Pohl. Die Physik der Röntgenstrahlen. Brunświk, Vieweg, 1912. Str. XII+163. Cena m. 5.80.

W. H. and **W. L. Bragg.** X-Rays and Crystal Structure. Londyn, Bell, 1915. Str. VII+229. Cena $7^1/_2$ szyl.

Drugie z nich daje doskonały pogląd na najnowsze sensacyjne odkrycia w tej dziedzinie i tworzy konieczne uzupełnienie pierwszego.

6. Optyka.

P. Drude. Lehrbuch der Optik. Wyd. 2. Lipsk, Hirzel 1906. Str. XVI+538. Cena w opr. m. 13. Także w przerobionym tłumaczeniu francuskim p. t.:

— Précis d'optique. 2 tomy. Paryż, Gauthier-Villars, 1912. Cena fr. 24.

Jest to dzisiaj niewątpliwie najlepsze i najwięcej nowoczesnym duchem tchnące dzieło o optyce teoretycznej. Składa się ze wstępu o optyce gieometrycznej, następnie z rozdziału o zjawiskach związanych wyłącznie z charakterem falowym światła, wreszcie z rozdziału o zjawiskach, w których uwydatnia się właściwa natura fal i w których teorja elektromagnetyczna jest przeprowadzona konsekwentnie. Dołączony jest krótki rozdział o promieniowaniu cieplnym i świetlnym.

Wykład jasny, systematyczny, przystępny dla tych, którzy znają zasady mechaniki teoretycznej i przerobili wstępne dzieła z teorji elektryczności (w rodzaju Ferrarisa, Schäfera). Tylko niektóre ustępy są z natury rzeczy nieco trudniejsze. Autor uwzględnia przedewszystkim teorje, szczegóły zaś natury doświadczalnej traktuje tylko ubocznie. Pod tym względem czytelnik powinien się zwrócić do podręczników fizyki doświadczalnej (Müllera, Pouilleta i Winkelmanna) lub dzieł poniżej wymienionych.

A. Schuster. Theory of Optics. Londyn, Arnold, 1904.

— Einführung in die theoretische Optik. Übersetzt von J. Konen. Lipsk, Str. XIV+413. 1907. Cena w opr. m. 13.

Jest to również bardzo dobre i godne polecenia dzieło, o nieco odmiennym, oryginalnym charakterze. Wywody matematyczne mniej w nim zajmują miejsca w porównaniu ze stroną doświadczalną i są trzymane w nieco elementarniejszym, przystępniejszym tonie, zwłaszcza w pierwszej

części dzieła. Autor nie dotyka wcale teorji promieniowania cieplnego, natomiast zamieszcza pewne szczegóły, których brak w dziele Drudego (rozproszenie światła według lorda Rayleigha, istota światła białego i t. p.), i uwzględnia obszerniej teorje ciekawe pod względem historycznym oraz szczegóły biograficzne. Autor wogóle jest zwolennikiem poglądu, dziś uważanego za przeżytek, że cała fizyka musi się w istocie sprowadzić do mechaniki, a teorje elektromagnetyczne, których wielkie zasługi w zupełności uznaje, uważa tylko za prowizoryczne stadjum w rozwoju teorji optyki.

R. W. Wood. Physical Optics. N. York, Macmillan. Wyd. 2. 1911. Str. XVI+705. Cena szyl. 22.

Bardzo interesujące i oryginalne dzieło, różniące się od Drudego i Schustera pobieżnym traktowaniem teorji, większym zaś naciskiem, położonym na różne badania doświadczalne. Daje pod tym względem dużo ciekawych szczegółów, wszak sam autor zasłynął swemi wprost sensacyjnemi odkryciami na polu zjawisk fluorescencji i rezonacji świetlnej gazów i na tym polu stworzył nowe drogi dla badań optyki doświadczalnej. Tłumaczenie niemieckie ma się ukazać nakładem Teubnera w Lipsku, francuskie wychodzi pod tytułem »Optique physique« (Gauthier-Villars w Paryżu).

Jako uzupełnienie ogólnych podręczników polecamy szereg dzieł specjalnych:

A. Gleichen. Die Theorie der modernen optischen Instrumente. Ein Hilfs- und Übungsbuch für Physiker und Konstrukteure optischer Werkstätten, sowie für Ingenieure im Dienste des Heeres und der Marine. Stuttgart, Enke, 1911.

Teorja wyłożona dość pobieżnie, przy pomocy matematyki elementarnej. Natomiast zawiera mnóstwo szczegółów, odnoszących się do konstrukcji nowoczesnych przyrządów optycznych, z którą fizycy zbyt mało są obeznani. Autor niestety uwzględnia wyłącznie niemieckie fabrykaty.

E. Abbe. Die Lehre von der Bildentstehung im Mikroskop. Bearbeitet und herausgegeben von O. Lummer und F. Reiche. Lipsk, 1910. Str. XII+108. Cena w opr. m. 6.

Jest to cenna monografja naukowa o zjawiskach uginania się światła, wytwarzających obrazy w mikroskopie; przeznaczona dla wykształconych specjalistów.

Najgruntowniejszym podręcznikiem z zakresu teorji instrumentów optycznych jest dzisiaj dzieło, napisane przy udziale współpracowników naukowych firmy Zeissa w Jenie:

M. von Rohr. Die Bilderzeugung in optischen Instrumen-

ten vom Standpunkt der geometrischen Optik. Berlin, Springer. 1904. Str. XXI+587. Cena m. 19.50.

Rzecz ważna dla specjalistów, lecz nieprzystępna dla początkujących.

E. Gehrcke. Anwendung der Interferenzen in der Spektroskopie und Metrologie. Brunświk, Vieweg, 1906. Str. IX+160. Cena w opr. m. 6.20.

Cenna, przystępnie napisana monografja o zjawiskach interferencji światła, które zostały zużytkowane do budowy kilku podziwu godnych nowoczesnych przyrządów optycznych.

Metody i wyniki analizy widmowej w powyższych dziełach są zaledwo pobieżnie poruszone. Pod tym względem odsyłamy do podręczników fizyki doświadczalnej oraz do dzieł:

E. C. Baly. Spektroskopie. Tłumaczył R. Wachsmuth. Berlin, Springer, 1908. Str. XII+434. Cena w opr. m. 14.50.

Dzieło, przetłumaczone z angielskiego, przedstawia używane dzisiaj metody spektroskopji praktycznej — w sposób zwięzły a bardzo wyczerpujący. Godne polecenia zwłaszcza dla fachowców.

B. Dunz. Unsere Kenntnisse von den Seriengesetzen der Linienspektra. Vollständige Zusammenstellung des Beobachtungsmaterials und seiner Deutung auf Grund der Seriengesetze. Nebst Anhang: F. Paschen. Erweiterung der Seriengesetze der Linienspektra auf Grund genauer Wellenlängenmessungen im Ultrarot. Lipsk, Hirzel, 1911. Str. III+186. Cena m. 2.

Książka ta daje pogląd na rezultaty badań nowoczesnych, które wykazały po wielu nieudanych próbach istnienie ścisłych praw w układzie linji widmowych.

Powyższe dwa dziełka mogą tym, którzy nie zajmują się spektroskopją zawodowo, zastąpić do pewnego stopnia klasyczne 6-ciotomowe dzieło p. t.:

H. Kayser. Lehrbuch der Spektroskopie. Lipsk, Hirzel, które jest niezbędne dla specjalistów. Pewnych ważnych części spektoskropji dotyczą wydane niedawno dzieła:

H. Konen. Das Leuchten der Gase und Dämpfe. Brunświk, Vieweg, 1913. Str. XIV+384. Cena m. 13.50.

D. A. Goldhammer. Dispersion und Absorption des Lichtes. Lipsk, Teubner, 1913. Str. VI+144. Cena m. 3.60.

Przeznaczone dla specjalistów, przystępne po przerobieniu optyki Drudego.

Pokrewny jest przedmiot książki:

St. Loria. Die Lichtbrechung in Gasen als physikalisches und chemisches Problem. Brunświk, Vieweg 1914. Str. VI+92. Cena m. 3.

Wymienimy wreszcie cenne naukowe dzieło o nowszych badaniach nad wpływem pola elektrycznego i magnetycznego na zjawiska świetlne:

W. Voigt. Magneto-und Elektrooptik. Lipsk, Teubner, 1908. Str. XIV+396. Cena w opr. m. 14.

Jest to rzecz, jak wszystkie pisma tego autora, bardzo gruntowna, ale ciężka. Zrozumiała po przerobieniu Drudego; dla fachowców.

7. Teorja względności.

Ponieważ ten najnowszy dział nauki, albo raczej ten nowy pogląd na naukę, w podręcznikach dzisiejszych jeszcze nie jest uwzględniony należycie, wymieniamy, jako przystępnie napisane szkice następujące artykuły, z których pierwszy jest arcydziełem talentu popularyzatorskiego, dalsze zaś zwracają się więcej do fachowców:

A. Witkowski. O zasadzie względności. Kraków. Nakł. Akad. Umiej., 1909. Str. 28. Cena k. 1.

H. Merczyng. O zasadzie względności w pojęciu fizycznym czasu i przestrzeni. Odbitka z Wszechświata. Warszawa, 1912. Str. 36.

Cz. Białobrzeski. Zasada względności i niektóre jej zastosowania. Wektor, 1911. Str. 19.

H. Minkowski. Przestrzeń i czas. Wiadomości matematyczne T. 13. Rok 1909.

Bardzo przystępna jest również broszura:

O. Berg. Das Relativitätsprinzip der Elektrodynamik Gietynga, 1910. Str. 50. Cena m. 1.60.

Zresztą oprócz rozpraw źródłowych oraz wykładów Plancka (str. 185) polecamy fachowcom, oddającym się gruntowniejszym studjom, książkę:

M. Laue. Das Relativitätsprinzip. Wyd. 2. Brunświk, Vieweg, 1913. Str. XII+272. Cena w opr. m. 8.80.

Książka, dająca w stosunkowo przystępny sposób, o ile sama trudność przedmiotu na to pozwala, pogląd na całokształt kwestji, związanych z zasadą względności. Zrozumienie jej wymaga gruntownego wykształcenia w matematyce wyższej, w rachunku wektorowym i teorji Maxwella. Polecić można ją wszystkim, którzy przerobili np. książkę Silbersteina o elektryczności lub Abrahama, gdyż wprowadzi ich w te, dla dzisiejszej nauki i dla fizyki przyszłości bardzo zasadnicze, badania bez

porównania mniejszym trudem, niż studjowanie rozpraw oryginalnych napisanych przez twórców teorji względności, EINSTEINA i MINKOWSKIEGO.

Najnowszem dziełem tego zakresu, które dopiero co wyszło, jest:

L. Silberstein. Theory of Relativity. 1914. Londyn. Macmillan. Cena szyl. 10. (Ma także wyjść po polsku).

Wreszcie zwracamy jeszcze uwagę kształcących się fizyków na

8. Elektrotechnikę.

W innych działach zastosowania praktyczne nie wchodzą w zakres wykształcenia czysto naukowego. W elektryczności jednak teorja instrumentów, metod mierniczych, teorja silnic, rozdziału prądu i t. d. mają takie znaczenie dla pracy doświadczalno-naukowej, że pewne wiadomości z początków elektrotechniki są wprost konieczne dla fizyka. Polecamy usilnie uczącym się, ażeby uzupełnili braki, istniejące pod tym względem w różnych podręcznikach, które naukę o elektryczności wykładają w sposób wyłącznie teoretyczny.

Z pośród literatury polskiej niektóre z dzieł wymienionych na stopniu II (LUTOSŁAWSKI, ROSENBERG, SZAPIRO, STRASZEWICZ) zawierają ustępy, które pod tym względem mogą się przydać początkującym. Gruntowniejszy i systematyczniejszy jest podręcznik POŻARYSKIEGO, omawiany na str. 242, a na jeszcze wyższym, fachowym poziomie stoi dzieło, które obecnie wychodzi z druku:

K. Drewnowski. Zasady elektrotechniki. Część pierwsza. Podręcznik do pomiarów elektrycznych. Lwów.

Z pośród niezmiernie obfitej obcej literatury tego zakresu wymieniamy stosunkowo zwięzły, dobry podręcznik, zawierający wszystko, co może interesować fizyka niespecjalistę:

A. Thomälen. Kurzes Lehrbuch der Elektrotechnik. Wyd. 4. Berlin, Springer, 1912. Cena w opr. m. 12. To samo także w tłumaczeniu angielskim p. t.:

— Textbook of Electrical Engineering. Londyn, 1907. Cena szyl. 15.

O ile chodzi o informacje co do kwestji specjalnych z zakresu elektrotechniki, odsyłamy zresztą do obszernych podręczników, jak:

P. Janet. Leçons d' Électrotechnique générale. Wyd. 3. 1909—1912, 3 tomy. Paryż, Gauthier-Villars. Cena fr. 35. To samo wychodzi w tłumaczeniu niemieckim:

— Vorlesungen über allgemeine Elektrotechnik. Deutsch v. F. Süchting. Lipsk, Teubner. 3 tomy.

B. Benischke. Elektrotechnik in Einzeldarstellungen (Brunświk, Vieweg), którego pojedyńcze części (kilkanaście tomików) można nabywać osobno.

Wreszcie wypada przy tej sposobności podkreślić konieczność nabycia pewnej wprawy w stosowaniu wiadomości teoretycznych do rozwiązywania zagadnień specjalnych. Równie ważnym to jest dla zawodowych elektrotechników, jak i dla każdego, kto się zajmuje stroną naukową zjawisk elektrycznych. Polecamy do tego celu książkę, przełożoną z francuskiego:

R. Weber. Beispiele und Übungen aus Elektrizität und Magnetismus. Lipsk, Teubner, 1910. Str. VIII+330. Cena w opr. m. 5.25.

Jest to doskonały zbiór zadań, może jedyny w swoim rodzaju w całej literaturze o elektryczności. Zadania posiadają częściowo charakter teoretyczny, częściowo praktyczno-techniczny. Większa część daje się rozwiązywać metodami zupełnie elementarnemi, inne wymagają rachunku wyższego. Przerobienie ich umożliwi samoukowi należyte zrozumienie nauki teoretycznej, gdyż utrwali pomost między teorją a rzeczywistością.

III. Dzieła o podstawach fizyki.

Treść: Uwagi wstępne. — Bibljografja: A. Dzieła ogólne. B. Dzieła odnoszące się do specjalnych gałęzi fizyki.

Już we Wstępie ogólnym do fizyki podkreśliliśmy znaczenie badań nad podstawowemi pojęciami i metodami fizyki[1]), t. j. badań, które bardzo zbliżają się do tego, co w potocznym języku nazywa się filozofowaniem. Na tym miejscu pragniemy zachęcić wszystkich, którzy się zajmują fizyką na Stopniu III, do uzupełnienia swych studjów w kierunku wymienionym.

Głębsze, do źródeł poznania docierające, zastanawianie się nad problematami, które się tu bezustannie nasuwają, krytyczna analiza poglądów i teorji, nawet powszechnie przyjętych w nauce, uświadomienie sobie źródeł, z których pochodzą pojęcia podstawowe w nauce, są cechami istotnemi wyższego poziomu wykształcenia fachowego. Na podstawie takich rozważań dopiero daje się osiągnąć poprawność logiczna definicji i twierdzeń, charakteryzująca fizykę jako naukę ścisłą. Stwarzanie pojęć zasadniczych, odpowiednio dostosowywanych do zjawisk przyrody, jest wogóle główną trudnością fizyki w porównaniu z matematyką, która operuje wyłącznie pojęciami a priori jasno

[1]) W Niemczech słowo »Naturphilosophie« weszło dzisiaj w użycie do określania tego rodzaju badań, choć dla uniknięcia nieporozumienia ostrzec należy, że dawniej nazwy tej używano powszechnie do oznaczania pewnego określonego kierunku filozoficznego, panującego w Niemczech w pierwszej połowie w. XIX. (patrz str. następną).

określonemi. Stąd też tak częste nieporozumienia między przedstawicielami tych nauk, gdy chodzi o żądanie ścisłości. W fizyce teoretycznej popełnia się nieraz karygodne grzechy z punktu widzenia formalnej ścisłości wywodów matematycznych. Mało się troszczymy zwykle o skrupulatną poprawność w ich przeprowadzaniu formalnym, bo nie obawiamy się błędów rachunkowych. To, czego przedewszystkim wystrzegać się należy w fizyce, są wady w założeniach, służących za podstawę rachunków, i staranna rewizja tych założeń jest tutaj głównym warunkiem ścisłości.

Badania nad podstawami nauki pociągają mimowoli umysły o skłonnościach prawdziwie naukowych, dają im pewien pogląd szerszy na źródła, znaczenie i kierunki nauki i są dla nich niejako okrasą studjów specjalnych, koniecznych, ale swoją drobiazgowością nużących. Pozostawiają one wrażenie podobne do tego, gdy wędrowiec w krajach nieznanych wzniesie się na szczyt góry, aby napoić się rozległym widokiem, aby się zorjentować co do szybkości swego wznoszenia się oraz kierunku dalszej wędrówki. Chyba tylko ci, dla których nauka jest pewnego rodzaju rzemiosłem, nie są zdolni do odczuwania uroku takich badań.

Był pewien okres w połowie w. XIX, kiedy przedstawiciele nauk ścisłych i przyrodniczych stronili od wszelkich badań, przypominających w czymkolwiek metody filozofowania. Była to zupełnie usprawiedliwiona reakcja wobec pustej bezpłodnej frazeologji prądów filozoficznych, wówczas panujących (Hegel, Schelling), które określono wtedy mianem »Naturphilosophie«. Odtąd stosunki się zmieniły. Najwybitniejsze powagi nowoczesnych nauk ścisłych, jak Kirchhoff, Helmholtz, Mach, Hertz, Poincaré, Ostwald, Boltzmann Duhem i t. d., zajmują się nietylko szczegółowemi badaniami eksperymentalnemi lub matematycznemi w zakresie tych nauk, ale również i logiczną analizą ich podstaw i metod. Co prawda, przewroty, dokonywające się dzisiaj w naszych oczach w teorjach fizyki, mimowoli skłaniają umysły głębsze ku tego rodzaju badaniom. Że zaś nie są to usiłowania bezowocne, to każdy pozna, kto bada głębiej przeobrażania się poglądów naukowych w ostatnim pięć-

dziesięcioleciu. Niemniej doniosłe są dydaktyczne skutki owego pogłębienia nauki. Oceni się je należycie, porównywając sposób wykładania zasad podstawowych różnych działów fizyki (zwłaszcza mechaniki i termodynamiki) w dzisiejszych lepszych podręcznikach naukowych, a w pracach z przed kilkudziesięciu laty.

Zastrzegamy się jednak, że nie polecamy fizykom bynajmniej studjowania rozmaitych teorji filozoficznych. Nie wymagamy wcale, żeby czytali, co różni filozofowie, od czasów greckich począwszy, mówili o kwestjach wchodzących w zakres fizyki, bo z tego mało byłoby pożytku dla naszej nauki. Ostrzegamy nawet usilnie przed tak bardzo częstym sposobem łatwego filozofowania djalektycznego o różnych rzeczach, których się nie przestudjowało i nie rozumie należycie. Ale polecamy usilnie, aby ten, kto się uczy fizyki, zwracał uwagę na sposoby argumentacji, żeby przyzwyczaił się do rozumowego roztrząsania przedmiotu, w przeciwieństwie do biernej metody reprodukcyjnej. Później, po nabyciu gruntowniejszych wiadomości fachowych, wprawy w myśleniu ścisłym i zaznajomieniu się z istotnym stanem nauki, niech samouk zajmie się dziełami, poświęconemi głębszej analizie i krytyce metod i pojęć naukowych. Nie polecamy naogół przerabiania ich p r z e d studjum fachowym podstaw Stopnia III, mimo że dzieła, o które tutaj chodzi, początkującemu wydają się łatwiejszemi do zrozumienia. niż dzieła fachowe, najeżone wzorami matematycznemi. Właściwą korzyść odniesie z nich tylko umysł dojrzalszy, zbyt zaś wczesne i przesadne zajęcie się taką lekturą może nawet być szkodliwe, gdyż u niedojrzałych czytelników łatwo wzbudza sceptycyzm i zniechęcenie do mozolnego studjum fachowego i łatwo bywa źródłem pseudofilozoficznej frazeologji.

Ażeby dać pojęcie o rodzaju zagadnień, któremi dzieła tego zakresu się zajmują, wymienimy jako przykłady następujące pytania: Czy zadaniem fizyki jest opisywanie zjawisk przyrody, czy tłumaczenie ich? W jaki sposób określić układ współrzędnych, do którego się odnoszą równania ruchu (kwestja względności ruchu)? Czy określenie Newtona »masy« jako »ilości materji« ma w nauce treść objektywną? Jakie wady logiczne tkwią w sposobie wysłowienia zasad ruchu przez Newtona?

Wykazać w zasadach mechaniki: 1) elementy pochodzące z doświadczenia, 2) elementy aprjoryczne, 3) umowy konwencjonalne. Jak najlepiej określić pojęcie energji? Czy prawo zachowania energji jest tylko wynikiem empirycznym? Czy niema błędu logicznego w nowoczesnej definicji czasu, opartej na przyjęciu niezmienności prędkości światła (według zasady względności)?

Jako zachętę do zwracania uwagi na kwestje metodyki naukowej, polecamy przy nauce początkowej Stopnia III książkę A. Thomsona, »Méthode dans les sciences«, Mechanikę Macha, książkę Pearsona. Dla dojrzalszych zaś samouków polecamy jako zachętę do krytycznej analizy dzieła Poincarégo, Duhema i t. d.

Bibljografja.

A). Dzieła ogólne.

J. Arthur Thomson. Introduction to Science. Londyn, Williams and Norgate. Str. 256. Cena szyl. 1.

Treść tej książki nie dotyczy specjalnie fizyki, lecz celów i metod badania naukowego wogóle oraz stosunku nauki do innych objawów życiowych. Powinna ona interesować każdego człowieka wykształconego, najbliżej jednak obchodzi tych, którzy się zajmują filozofją przyrody (natural philosophy), t. j. fizyką. Spis rozdziałów dobrze charakteryzuje jej treść: 1) Usposobienie naukowe. 2) Cel nauki. 3) Metoda naukowa. 4) Klasyfikacja nauk. 5) Nauka i filozofja. 6) Nauka i sztuka. 7) Nauka i religja. 8) Użyteczność nauki. Przy końcu wskazówki bibljograficzne.

Autor posługuje się językiem prostym, wolnym od terminologji filozoficznej. Wywody swe opiera przeważnie na stosownie dobranych cytatach z dzieł różnych znanych powag naukowych, a przy końcu każdego rozdziału streszcza wnioski z niego wypływające, w kilku zwięzłych zdaniach. Nie jest to zatym systematyczny traktat, naginający wszystko do punktu widzenia pewnego systemu filozoficznego, lecz jest to kwintesencja różnych rozważań, opartych na faktach niewątpliwych,

roztrząsanych w sposób tolerancyjny i sprawiedliwy i połączonych węzłem »common sense« (prostego, rozsądnego rozumowania). Co do zadania fizyki autor zajmuje stanowisko zbliżone do krytycznych poglądów Kirchhoffa, Macha, Pearsona i Poincarégo, które jest pokrewne poglądom, wyrażonym we Wstępie ogólnym do fizyki. Rzecz cała napisana tak popularnie, że może być polecona tym, którzy nie zajmowali się jeszcze nigdy ani dziełami fachowo-filozoficznemi, ani gruntowną nauką fizyki wyższej.

K. Pearson. The Grammar of Science. Part 1. Physical. Wyd. 3. Londyn, Black, 1911. Str. XX+394. Cena szyl. $7^1/_2$.

Pierwsze wydanie tej książki (w r. 1892) wywołało wielkie poruszenie w świecie uczonych angielskich, jako rzecz zupełnie przeciwna wówczas jeszcze przeważnie panującym poglądom. Autor w niej stoi na stanowisku, które dziś nazywamy empirjokrytycznym. Utrzymuje, że nauka nie poucza nas o istocie świata zewnętrznego, lecz służy do najprostszego opisu tego, co nazywamy zjawiskami przyrody, a co polega w rzeczywistości na naszych subjektywnych wrażeniach zmysłowych, oraz na połączonych z niemi objawach psychicznych. Z tego punktu widzenia krytykuje pojęcie »praw przyrody«, pojęcie »przyczyny i skutku«, »prawdopodobieństwa«, następnie pojęcia przestrzeni i czasu, pojęcia ruchu i materji i sposób ujęcia zasad mechaniki. Zapatrywania autora, które zbliżają się bardzo do poglądów Kirchhoffa i Macha, dzisiaj są prawie powszechnie przyjęte w naukach ścisłych (może z wyjątkiem szkoły Ostwalda oraz Haeckla) i dzisiaj nasunęły się nowe zagadnienia, wymagające dalszego pogłębienia analizy krytycznej.

Dzieło Pearsona straciło wskutek tego nieco na aktualności, jako dzieło bojowe, ale jego trwała wartość wewnętrzna właśnie w tym się okazuje, że nowe wydanie co do treści mogło pozostać niemal niezmienione, mimo owej fali rewolucyjnej, która od tego czasu przeszła przez cały świat nauki. Autor uzupełnił tylko nowe wydanie rozdziałem o dzisiejszych poglądach w fizyce, napisanym przez E. Cunninghama, a oprócz tego włączył w odpowiednim miejscu rozdział dla fachowców bardzo interesujący, ale dla ogółu nieco trudniejszy: On con-

tingency and correlation, traktujący o przedmiocie blizko związanym z pracami autora w dziedzinie prawdopodobieństwa.

Według naszego osobistego zdania Pearson może zbyt silnie podkreśla subjektywizm poznania i zbytnio się skłania ku nominalizmowi, i w tych kwestjach stanowisko Poincarégo wydaje się nam trafniejszym. Zresztą rzecz cała jest pisana bardzo przystępnie i nie wymaga wykształcenia specjalnego (jak np. Mechanika Macha), powinna zaś zająć nietylko fizyków-fachowców, lecz również szersze koła, posiadające zainteresowanie do nauk przyrodniczych lub filozofji. Dla fizyka punkt ciężkości dzieła leży w świetnej krytyce sposobu, jakim dzisiaj jeszcze w niektórych dziełach bywają wyłożone zasady mechaniki. Definicje, jak »masa jest ilością materji« lub »siła jest przyczyną ruchu« powinny wreszcie zniknąć nietylko z dzieł naukowych, ale także z podręczników szkolnych. Rzecz cała bardzo godna polecenia także dla początkujących; polskie tłumaczenie w przygotowaniu. Drugi tom, mający wkrótce wyjść w nowym wydaniu, jest poświęcony biologji.

De la méthode dans les sciences. Paris, F. Alcan, 1910. Str. III+411. Cena fr. 3.50.

Jest to dzieło zbiorowe, zawierające analizę metod naukowych, stosowanych w różnych naukach. Każdy dział został opracowany przez wybitnego fachowca. Nas przedewszystkim interesują działy: O nauce (E. Picard), Mechanika (P. Painlevé), Fizyka ogólna (H. Bouasse). Artykuł o mechanice, pomyślany głęboko, przypomina w wielu punktach poglądy Poincarégo. Podkreślamy zwłaszcza oryginalne sformułowanie zasady przyczynowości. Artykuł o fizyce jest bardzo jasny, przystępnie i zajmująco napisany, choć w treści nieco powierzchowniejszy. Na uwagę zasługuje w nim uprzystępnienie wywodów abstrakcyjnych przez powiązanie ich z historycznym rozwojem optyki. Wogóle doskonałą tę książkę gorąco można polecić wszystkim, nawet tym, którzy nie posiadają specjalnego wyższego przygotowania, jako wstęp do dzieł, traktujących kwestje te w sposób głębszy i więcej wyczerpujący (jak np. dzieła Poincarégo).

P. Volkmann. Erkenntnisstheoretische Grundzüge der Naturwissenschaften und ihre Beziehungen zum Geistesleben der Gegenwart. Wyd. 2. Lipsk, Teubner, 1910. Str. XXIII+454. Cena opr. m. 6.

Autor, jako fachowy fizyk, uwzględnia w dziele niniejszym przedewszystkim fizykę, która tworzy fundament nauk przyrodniczych. Książka składa się z różnych części, luźnie ze sobą powiązanych. Główna część poświęcona jest analizie metod i zasadniczych pojęć fizyki z punktu widzenia teorji poznania (subjektywność lub objektywność poznania, indukcja, dedukcja i t. d.). Wiążą się z tym z jednej strony szczegółowe roztrząsania zasad mechaniki, z drugiej zaś ogólne rozważania o związku nauk przyrodniczych z prądami kulturalnemi i filozoficznemi. Naogół rzecz kompilacyjna.

Autor usiłuje trzymać się drogi pośredniej wśród sprzecznych opinji i stara się być sprawiedliwym w krytyce i uznaniu, co mu się naogół wcale dobrze udaje. Czytelnik znajdzie dużo trafnych uwag, ale odczuje brak przejrzystej budowy i jasnego poglądu na całość. Prócz tego nuży styl ciężki, prawdziwie niemiecki i przeładowanie szczegółami, które dowodzą oczytania uczonego autora, ale przyczyniają się do pogmatwania myśli przewodnich. Częściową rekompensatę tworzy szczegółowy spis rzeczy. Mało kto dzisiaj zgodzi się z konserwatywnym stanowiskiem autora, broniącego sposobu, w jaki Newton wygłosił prawa ruchu, wobec nowszych, doskonalszych metod Macha, Boltzmanna lub Hertza. Wogóle nie polecamy tej książki czytelnikowi początkującemu, który pragnie wyjaśnić sobie różne wątpliwości, jakkolwiek uznajemy, że zawiera dość materjału cennego dla studjów specjalnych.

H. Poincaré. Nauka i hipoteza. Przekład M. H. Horwitza pod redakcją L. Silbersteina. Warszawa, Centnerszwer, 1908. Str. 198. Cena rb. 1.50.

H. Poincaré. Wartość nauki. Przekład L. Silbersteina. Warszawa, Centnerszwer, 1908. Str. 178. Cena rb. 1.50.

H. Poincaré. Nauka i metoda Przekład M. H. Horwitza. Warszawa, Centnerszwer, 1911. Str. 219.

Poincaré, gienialny badacz na polu matematyki, fizyki i astronomji, dał w tych książkach wyraz swoim zapatrywaniom na filozoficzne podstawy naszych metod badania naukowego w zakresie nauk ścisłych. Nie są to jednak traktaty systematyczne, o ściśle określonej, celowej budowie, lecz raczej zbiory luźnych szkiców z tej dziedziny, uzupełniające się wzajemnie.

Autor z niezmierną ścisłością i finezją analizuje pojęcia podstawowe, prostuje różne konwencjonalne fałsze, wykazuje

hipotetyczność różnych założeń, które się nieświadomie wciskają w nasze rozumowanie i to nietylko w fizyce, ale również i w matematyce. Przytym wszystkim podkreśla jednak znaczenie i użyteczność hipotez naukowych, tak że czytelnik mimo całego sceptycyzmu zapatrywań autora (można dodać, wspólnego wszystkim dzisiejszym powagom na polu nauk ścisłych), czuje się podniesionym na duchu, pobudzonym do pracy naukowej i do krytycznego zastanawiania się nad jej znaczeniem.

Jak świetnie np. autor analizuje znaczenie zasad mechaniki lub zasady zachowania energji, wykazując, że nie są to ani wyniki czysto empiryczne, ani też hipotezy, pozbawione podstaw doświadczalnych, lecz że są to umowy (conventions), polegające na elementach zarówno empirycznych jak i hipotetycznych. Dlatego właściwie żadne doświadczenie ich obalić nie potrafi, a mimo to podlegają kontroli doświadczalnej, gdyż tylko w takim razie okazują się użytecznemi w ujęciu naukowym zjawisk przyrody, jeżeli zostaną stwierdzone pewne podstawowe założenia hipotetyczne.

Również zajmującą i dla fizyki ważną jest analiza pojęć prawdopodobieństwa, czasu, przestrzeni i t. d. A jak trafne są jego uwagi o psychologji twórczości naukowej, o znaczeniu intuicji obok logiki, o wadliwości czysto logicznej metody uczenia nauk ścisłych! Dodać trzeba nadzwyczajny dar popularyzacyjny autora, jasność, elegancję, a nawet dowcipną błyskotliwość stylu, które książki te czynią ponętnemi dla każdego człowieka wykształconego, jakkolwiek głębszą korzyść z nich odniesie tylko ten, kto już gruntowniej się zapoznał z nauką. Ktokolwiek się zajmuje naukami ścisłemi, powinien poznać te arcydzieła piśmiennictwa literacko-naukowego, aby wytworzyć sobie właściwy sąd o fundamentach, na których opiera się nauka, oraz ażeby nabrać zwyczaju zastanawiania się nad temi kwestjami.

J. B. Stallo. Die Begriffe und Theorien der modernen Physik. Übersetzt von H. Kleinpeter. Mit Vorwort von E. Mach. Wydanie 2. Lipsk, Barth, 1911. Str. XXII+328. Cena m. 8.

Książka bardzo oryginalna, napisana przez Amerykanina, który był adwokatem z zawodu, a filozofem z upodobania. Naczelną jej myślą jest walka »z ukrytemi metafizycznemi poglądami w fizyce«, i z tego powodu

zapatrywania autora zbliżają się dość często do stanowiska Macha. Znajdują się w niej ustępy doskonałe, zwłaszcza w krytyce poglądu, jakoby zadaniem fizyki było sprowadzenie wszystkich zjawisk do mechaniki. Ale wiele ustępów robi dzisiaj wrażenie donkiszotowskiej walki z wiatrakami, gdyż stanowisko dzisiejszej nauki jest całkiem odmienne od tego, które autor jako »dzisiejsze« zwalcza.

Tak też znaczna część zarzutów przeciwko teorji kinetycznej i przeciwko atomistyce wogóle polega na nieporozumieniach. Mogły one mieć pewną rację za czasów Clausiusa, a poniekąd i później, jako krytyka pewnych popularnych sposobów przedstawiania tej teorji, ale wobec dzisiejszej nauki są one zupełnym anachronizmem. Podobnież opozycja autora przeciwko t. zw. metagieometrji polega na założeniach zupełnie mylnych. Wogóle książka ta, której tekst pochodzi z lat 1870—1880 jest do pewnego stopnia dzisiaj interesującą dla fachowców, mogących sobie wyrobić własny sąd krytyczny, ale nie polecamy jej do czytania początkującym, gdyż dałaby im mylne wyobrażenie o dzisiejszym stanie nauki i mogłaby ich przyzwyczaić do śmiałego krytykowania teorji, których sami wcale nie rozumieją.

P. Duhem. La théorie physique, son objet et sa structure. Paris, M. Rivière. Str. 450. Cena opr. fr. 9.50.

— Ziel und Struktur der physikalischen Theorien. Deutsch von F. Adler mit Vorwort von E. Mach. Lipsk, Barth, 1908. Str. XII+367. Cena opr. m. 9.

Autor w części pierwszej tego obszernego studjum rozwija swoje zapatrywania na zadanie teorji fizycznych, które zgadzają się mniej więcej z poglądami Kirchhoffa i Macha (teorja opisuje nie zaś tłumaczy, znaczenie jej polega na ekonomji myślenia). W krytyce wartości »modeli mechanicznych« posuwa się jednak jeszcze dalej niż Mach i tutaj niewątpliwie przekracza wszelkie granice słuszności i objektywizmu historycznego. Zwłaszcza rażą czytelnika sądy autora o angielskim kierunku fizyki, ujawniające dziwną jednostronność i szowinistyczne zaślepienie w tym, co autor uważa za francuski duch naukowy, a co odpowiada jego osobistym skłonnościom umysłowym.

Druga część książki poświęcona jest szczegółowemu rozbiorowi krytyczno-poznawczemu budowy teorji fizycznych. Chodzi autorowi o cechy ogólne, wspólne wszystkim teorjom, specjalne zaś przykłady przytacza tylko jako ilustracje ogólnych abstrakcyjnych rozumowań. Rzecz ta posiada większą wartość niż część pierwsza, zawiera dużo trafnych uwag, ale niektóre

poglądy grzeszą przesadą i dziwactwem (np. zdanie, że przy nauczaniu powinno się wyłożyć najprzód całokształt założeń i argumentacji teoretycznych, a potym dopiero przejść do doświadczalnego potwierdzenia wyników, że zatym fizyki uczyć się powinny wyłącznie osoby o wysokim poziomie umysłowym i specjalnie wykształcone, zdolne do zrozumienia takiego kursu teoretyczno-doświadczalnego). Całość możnaby nazwać zarysem filozofji fizyki. Uznać trzeba ją za rzecz interesującą i cenną dla fachowców oraz osób dojrzałych, nie polecamy jej jednak początkującym z powodu trudności przedmiotu oraz z powodu tonu jednostronnie polemicznego. Pod tym względem wymienione przedtym dzieła Poincarégo stoją niewątpliwie wyżej; książka niniejsza natomiast wyróżnia się systematycznością układu.

A. Noyes. The General Principles of Physical Science. An introduction to the study of the general principles of Chemistry. New-York, H. Holt and Comp. 1902. Str. 172.

Autor stawia sobie za cel przedstawić w zwięzłej i systematycznej, a pod względem logicznym jak najściślejszej formie, zasadnicze pojęcia i twierdzenia, tworzące podstawę fizyki i chemji. Nacisk kładzie na chemję; charakterystyczny jest jego sposób formułowania praw zasadniczych tej dziedziny, omijający, ile możności, wszelkie hipotezy, jak np. teorję atomistyczną. W tym dążeniu, jak też i we wprowadzeniu energji jako pojęcia fundamentalnego, przed pojęciami siły i pracy mechanicznej, ujawnia się stanowisko autora, zbliżone do szkoły energietycznej Ostwalda. Zmusza ono autora do nader zawiłego i abstrakcyjnego określenia tej wielkości, którą w chemji nazywamy »ciężarem drobinowym« i która, jako taki, ma znaczenie jasne i zrozumiałe. Wątpić można, czy metoda autora odpowiada słusznemu zdaniu, które on sam (za Machem) ogłasza, że zadaniem nauki jest: przedstawić zjawiska przyrody w taki sposób, żeby można było zaznajomić się z niemi z jak najmniejszym trudem. Mimo tych kwestji zasadniczych uznać trzeba wartość tej książki, jako próby ujęcia zasad nauki w formę ścisłą. Ostrzegamy jednak, że jest ona dość trudna i sucha i nie odpowiada potrzebom początkujących, mimo że bardzo mało wymaga wiadomości faktycznych.

L. Silberstein. Wykłady Zakopiańskie z dziedziny fizyki teoretycznej. Warszawa, Księgarnia Naukowa, 1905. Str. 104. Cena rb. 1.50.

W książeczce tej autor spisał treść wykładów, jakie miał na kursach wakacyjnych r. 1904 w Zakopanym. Możnaby je określić jako wstęp do ogólnej metodyki fizyki teoretycznej, gdyż autor roztrząsa w nich metody

i pojęcia zasadnicze z najogólniejszego abstrakcyjno-filozoficznego punktu widzenia. Dla scharakteryzowania ich treści przytoczymy tylko kilka głównych punktów ze spisu rzeczy: Przepowiadanie zjawisk. Prawdopodobieństwo, prawidłowość zjawisk. Układy niezakłócone i zakłócone. Zasada uzupełniania zakłóconych do niezakłóconych. Określenie pojęcia stanu, pojęcia prędkości chwilowej, pojęcia stopni swobody. Pojęcie niezmienników układu. Linje stanów. Epoka układu, katastrofa. Czynniki zewnętrzne w układach zakłóconych. Zachowanie energji.

Książka jest pisana w sposób pozornie bardzo popularny i do zrozumienia jej nie trzeba żadnych specjalnych wiadomości przedwstępnych, jednak wymaga ona znacznej wprawy w myśleniu abstrakcyjnym, jakiej się nabywa przez dłuższe studjum matematyki, fizyki teoretycznej i filozofji, i dlatego też wymieniamy ją dopiero na Stopniu III. W pewnych szczegółach można się nie zgadzać z autorem, należy jednak uznać, że jest to rzecz oryginalna i bardzo interesująca dla czytelników dojrzałych.

E. Picard. La science moderne et son état actuel. Paryż, Flammarion. Str. 301.

Jest to bardzo zajmujące dzieło, tworzące rozszerzenie wykładów, które Picard miał w r. 1900 w Paryżu i w 1904 na wystawie wszechświatowej w St. Louis. Można je uważać w pewnym znaczeniu za dopełnienie poprzednio wymienionych dzieł Poincarégo. Autor daje przedewszystkim obraz obecnego stanu nauk matematyczno-przyrodniczych (z włączeniem biologji), w związku zaś z wyłaniającemi się tu zagadnieniami porusza ogólne cele nauki i kwestje znaczenia teorji fizycznych. Książka pisana tonem popularnym, wymaga jednak do zupełnego zrozumienia pewnego przygotowania fachowego, zwłaszcza z zakresu matematyki i fizyki, i dla adeptów tych nauk przedewszystkim jest interesująca. Wyszła także w tłumaczeniu niemieckim p. t. Das Wissen unserer Zeit in Mathematik und Naturwissenschaften (»Wissenschaft u. Hypothese«, Teubner, Lipsk).

B. Dzieła odnoszące się do specjalnych gałęzi fizyki.

E. Mach. Die Mechanik in ihrer Entwicklung historisch und kritisch dargestellt. Wyd. 4. Lipsk, Brockhaus, 1901. — La mécanique. Paryż, Hermann. Str. 500. Cena fr. 15.

Klasyczne dzieło Macha, którego pierwsze wydanie ukazało się w roku 1883, przyczyniło się tak, jak żadne inne, do poznania źródeł naszej wiedzy w zakresie zjawisk mechaniki, do oczyszczenia naukowego pojęcia siły z pierwiastków metafizycznych i antropomorficznych, oraz do jasnego, logicznego sformułowania zasad mechaniki. Te części książki, odnoszące

się do krytyki newtonowskich zasad ruchu oraz do badań jego poprzedników, są niewątpliwie najlepsze z całego dzieła. Natomiast postępy mechaniki, dokonane w wieku XIX, są traktowane nieco pobieżnie, co wynikło zapewne głównie z chęci uniknięcia zbyt trudnych wywodów matematycznych.

Książka ta nie jest oczywiście podręcznikiem mechaniki, lecz dziełem przedstawiającym rozwój historyczny tej nauki, równocześnie zaś dającym krytyczną analizę badań, w których ten rozwój zaznacza się. Zrozumieć ją mogą w znacznej części nawet początkujący samoucy Stopnia III, o ile rozumowanie filozoficzne nie jest dla nich zupełną nowością. W każdym razie polecamy ją gorąco wszystkim, którzy się zajmują gruntownie fizyką na tym poziomie. Treść: 1) Rozwój zasad statyki. 2) Rozwój zasad dynamiki (Galileusz, Huyghens, Newton, krytyka zasad ruchu). 3) Dalsze zastosowania zasad i rozwój mechaniki dedukcyjnej (zasady energji, środka masy, momentów; zasady d'Alemberta, Gaussa, Hamiltona i t. d.; hidrodynamika). 4) Rozwój formalny mechaniki. 5) Stosunek mechaniki do innych działów nauki.

Pokrewny charakter posiada dzieło tego samego autora:

E. Mach. Prinzipien der Wärmelehre, historisch-kritisch dargestellt. Wyd. 2. Lipsk, Barth, 1900. Cena opr. m. 11.

I to dzieło także jest nadzwyczajnie cennym przyczynkiem do analizy krytycznej podstawowych pojęć fizyki. Rozdziały, omawiające pojęcie temperatury, ilości ciepła, energji, drugą zasadę termodynamiki, są doskonałe. Wypada jednak zaznaczyć, że w tym dziele pewne jednostronności poglądów Macha silniej występują, niż w poprzednio wymienionym. W swym dążeniu do wyrugowania z nauki wszystkiego, co wychodzi poza zjawiska bezpośrednio dostrzegalne, Mach zbyt lekko ceni znaczenie spekulacji teoretycznych, a przedewszystkim jest wielce niesprawiedliwym wobec teorji atomistycznej, do której czuje jakąś niedostatecznie uzasadnioną idjosynkrazję, podobnie jak zwolennicy szkoły energietycznej. Niech czytelnik, w myśl zasady »audiatur et altera pars«, zwróci się w tym względzie do pism Boltzmanna i niech zapozna się z niesłychanym rozwojem i umocnieniem teorji kinetycznej i elektroniki w ciągu

ostatnich kilkunastu lat, które tak stanowczy kłam zadały pesymistycznym przewidywaniom Macha. Zresztą radzimy czytelnikowi, żeby po przestudjowaniu Macha, zwrócił się także do dzieł Poincarégo, którego analiza, w wielu punktach pokrewna poglądom Macha, znacznie głębiej jednak sięga w kwestje przez niego poruszane.

P. Duhem. Ewolucja mechaniki. Odbitka z Wiadomości matematycznych. Warszawa, 1904. Str. II+223. Cena rb. 1.50.

Jest to przekład pracy znanego uczonego francuskiego, ogłoszonej w »Revue générale des sciences«. Autor daje krótki zarys historyczny różnych zapatrywań na zjawiska ruchu oraz szkic rozwoju mechaniki teoretycznej. Następnie przechodzi do kwestji, stanowiącej jądro całej pracy: do rozważania, czy pogląd mechanistyczny, dążący do sprowadzenia wszystkich zjawisk fizycznych do zjawisk ruchu, jest usprawiedliwiony i czy jest pożyteczny, jako droga badania naukowego. Sympatje autora są raczej po stronie fenomenologicznego systemu fizyki, w czym zbliża się do stanowiska Macha.

Idzie jednak dalej niż ten uczony, zakreślając szczegółowy zarys systemu termodynamicznego, który nazywa »nową mechaniką« (gdyż można go uważać pod pewnym względem za uogólnienie mechaniki klasycznej) i w tym kierunku upatruje drogę przyszłego rozwoju fizyki. Wbrew przewidywaniom autora postępy fizyki w ostatnim dziesięcioleciu wykazały olbrzymią płodność metod badania, opartych na poglądach atomistycznych, które autor osądza zbyt niesprawiedliwie. Mimo to pierwszą część powyższego studjum należy polecić jako interesujący przyczynek do historji poglądów mechanistycznych, drugą zaś część jako bardzo przystępny szkic systemu termodynamiczno-energietycznego, z którym również każdy fizyk zapoznać się powinien. W całości trzeba uznać duch filozoficzny, wiejący z tej pracy.

F. Kucharzewski. Nowsze poglądy na zasady mechaniki. (Freycinet, Poincaré, Wickersheimer, Badoureau, mechanika połączeń Andrade'a). Odbitka z Przeglądu Technicznego. Warszawa, E. Wende i Ska. 1906. Str. 56. Cena kop. 30.

Sprawozdanie z dyskusji, toczącej się między wymienionemi uczonemi co do najracjonalniejszego sposobu ujęcia zasad mechaniki. Uzupełnia poniekąd odpowiednie ustępy z dzieł Poincarégo. Wyłącznie dla fachowców.

B. Biegeleisen. Rozwój pojęcia ruchu w mechanice. Odbitka z Przeglądu Filozoficznego, Warszawa, 1902. Str. 41. Cena kop. 75.

Studjum filozoficzne, dotyczące kwestji względności czy bezwzględności ruchu. Autor omawia zapatrywania różnych myślicieli na tę sprawę, w szczególności Newtona, Eulera, Kanta, Leibnitza i Macha. Sam jest zwolenniklem teorji względności i zbliża się do stanowiska Macha. Specjalistów, zajmujących się temi kwestjami, odsyłamy także do sprawozdawczej pracy Vossa, w Encyklopedji nauk matematycznych, t. 4. (patrz dział X). Dla uniknięcia nieporozumienia zaznaczamy, że nowoczesna »teorja względności« jest czymś całkiem odmiennym (patrz rozdział »O elektryczności«, str. 261, oraz »Zakończenie«).

Vorreden und Einleitungen zu klassischen Werken der Mechanik. Galilei, Newton, d'Alembert, Lagrange, Kirchhoff, Hertz, Helmholtz. Übersetzt und herausgegeben von der Philosophischen Gesellschaft in Wien. Lipsk, Pfeffer, 1899. Str. VII+257.

Nieraz przedmowa bywa najważniejszą i najciekawszą częścią książki. Dzieła powyżej wymienionych autorów mają wprawdzie znaczenie pomnikowe w historji mechaniki, ale przedmowy i wstępy do nich tak dobitnie charakteryzują filozoficzne poglądy autorów, że z przyjemnością i pożytkiem je przeczyta także niefachowiec, jeżeli się interesuje historją mechaniki i ogólnemi kwestjami, dotyczącemi jej zasad.

P. Duhem. Les théories électriques de J. Clerk Maxwell. Étude historique et critique. Paris, Hermann, 1902. Str. 325. Cena fr. 10.

Jedna ze słabszych prac słynnego autora, w której nie docenił należycie znaczenia Maxwella.

IV. Podręczniki do zajęć laboratoryjnych.

Treść: Uwagi wstępne. — Bibljografja: *A.* Podręczniki do pomiarów fizycznych; *B.* Podręczniki do doświadczeń jakościowych (pokazów); *C.* Podręczniki do techniki laboratoryjnej.

Bibljografja poprzednich rozdziałów odnosi się do dzieł, w których autorowie traktują fizykę w sposób mniej lub więcej rozumowy, opierając się na doświadczeniach, opisanych w tekście. Są to zatym dzieła dla pracy biurkowej, połączonej tylko z używaniem papieru i ołówka. Kilkakrotnie jednak już na to zwracaliśmy uwagę, że każdy, kto choć ogólnikowo pragnie poznać fizykę, a tym więcej każdy, kto choć część jej chce poznać fachowo, musi również nabyć pewnej wprawy praktycznej. Jest to równie ważny składnik wykształcenia, jak nauka teoretyczna. Jedyny do tego wiodący środek — własnoręczne ćwiczenia w pracowni fizycznej — są równie niezbędne dla przyszłych badaczy naukowych, jak i dla przyszłych nauczycieli, jak wreszcie (w nieco szczuplejszym zakresie) dla techników, chemików, przyrodników i lekarzy.

Samouk we właściwym znaczeniu tego słowa, nie mający sposobności do systematycznego kształcenia się na uniwersytecie, zaopatrzonym w pracownie specjalne, musi koniecznie dbać o to, żeby innym sposobem wypełnić tę lukę swego wykształcenia. W zakresie Stopnia I i II wystarczyły do tego zwykłe domowe środki, uzupełnione zakupem kilku ważniejszych przyrządów. W zakresie Stopnia III rzecz ta sprawia większe trudności. W wielkich stolicach znajdują się różne instytucje,

które tu mogą oddać cenne usługi (p. Dział Informacyjny), ale prócz nich samouk może dużo skorzystać z pracowni fizycznych, jakie dzisiaj prawie wszędzie już istnieją przy szkołach średnich, technicznych i przemysłowych, na Zachodzie nawet w lepszych szkołach elementarnych. Śmiemy twierdzić, że środki znacznej liczby tych pracowni wystarczyłyby nawet do wykonywania prac o wartości naukowej w razie odpowiedniego kierownictwa.

Mimo że chodzi w tym wszystkim o nabycie doświadczenia własnoręcznego, przecież i tutaj ogromne usługi oddać może odpowiednia książka, zastępująca po części doświadczonego nauczyciela, szczególniej zaś ważną będzie ona dla samouka. Przypuszczając, że samouk nabył już pewnej elementarnej nauki doświadczalnej (Stopień I i II), przechodzimy do podręczników tego rodzaju o poziomie uniwersyteckim.

A. Podręczniki do pomiarów fizycznych (doświadczeń ilościowych).

Najwięcej są używane na uniwersytetach austryjackich i niemieckich następujące dwa podręczniki laboratoryjne, które można polecić początkującym:

F. Kohlrausch. Kleiner Leitfaden der praktischen Physik. Wyd. 2. Lipsk, Teubner, 1908. Str. XVIII+260. Cena opr. m. 4.

E. Wiedemann und **H. Ebert.** Physikaliches Praktikum. Wyd. 5. Brunświk, Vieweg, 1904. Str. XXX+590. Cena opr. m. 11.

Zdania są podzielone co do pierwszeństwa. Kohlrausch jest zwięźlejszy, ogranicza się do podania praktycznych przepisów doświadczalnych, nie wchodząc w obszerne objaśnienia. Pozostawia ćwiczącemu się więcej pola do własnej inicjatywy i własnego myślenia, wyrabia wskutek tego w wyższym stopniu samodzielność. Jest to zresztą wyciąg z obszerniejszej książki, omówionej poniżej. — Wiedemann daje wskazówki szczegółowe, czasami może zbyt drobiazgowe, co do wykonywania doświadczeń, a równocześnie opisuje używane przyrządy, podaje objaśnienia teoretyczne, tak że ćwiczący się nie potrzebuje ich szukać

w innych podręcznikach. Każde ćwiczenie omówione jest według schematu: teorja zjawiska, opis przyrządu, wykonanie ćwiczenia, obliczenie wyników.

Dla potrzeb tych, którzy fizykę uprawiają tylko jako przedmiot uboczny, wystarczy:

F. Grünbaum, **R. Lindt**. Das physikalische Praktikum des Nicht-Physikers. (Theorie und Praxis der vorkommenden Aufgaben für Alle, denen die Physik Hilfswissenschaft ist. Zum Gebrauch in den Übungen der Hochschule und in der Praxis). Lipsk, G. Thieme, 1905, mała 8°. Str. XIII+386. Cena m. 6.

Zawiera tylko wybór najważniejszych ćwiczeń i opisuje sposób ich wykonywania w sposób szczegółowy i nader przystępny, podając równocześnie stronice kilku podręczników doświadczalnych (Warburg, Müller i Pouillet, Lommel), gdzie można znaleźć obszerne objaśnienie przedmiotu. Treść, odnosząca się do każdego ćwiczenia, ułożona według schematu: zadanie, zasada rozwiązania, szczegóły doświadczalne, przykład. Całość mało wykracza poza poziom Stopnia II.

Największą obfitością materjału wyróżnia się z pomiędzy wszystkich dzieł tego rodzaju niewątpliwie:

F. Kohlrausch. Lehrbuch der praktischen Physik. Wydanie 12. Lipsk, Teubner, 1914. Str. XXXI+742. Cena opr. m. 11.

Jest to klasyczny w swoim rodzaju przewodnik do pracy mierniczo-doświadczalnej, na którym wychowała się młodsza gieneracja fizyków niemieckich. Niezbędny w każdej pracowni fizycznej poziomu wyższego, jako zwięzły podręcznik wszelkich ważniejszych metod mierniczych, jakie napotykamy w zwykłej praktyce laboratoryjnej. Oddaje ogromne usługi nietylko tym, którzy przerabiają ćwiczenia dla własnej wprawy, lecz również i badaczom przy poszukiwaniach naukowych. Ostatnie dwa wydania zawierają liczne uzupełnienia, zwłaszcza w dziedzinie prądów przemiennych i promieniotwórczości.

Z dzieł angielskich wymieniamy:

R. T. Glazebrook and **W. N. Shaw.** Practical Physics. Londyn, Longmans Green a. Comp. Cena szyl. 7½.

Starsze wydanie tego dzieła zostało przetłumaczone na język niemiecki p. t. Einführung in das physikalische Praktikum. Lipsk, Quandt und Händel, 1888.

Nie jest to suchy schematyczny przewodnik laboratoryjny,

jak poprzednie dzieła: zajmuje miejsce pośrednie między takim przewodnikiem a podręcznikiem fizyki doświadczalnej. Nie daje drobiazgowych przepisów wykonywania, natomiast przedmiot wyjaśnia obszerniej. Materjał, omawiany w tej książce, odpowiada ćwiczeniom, które początkujący praktykanci przerabiają w »Cavendish Laboratory« w Cambridge.

Balfour Stewart and **Haldane Gee.** Lessons in Elementary Practical Physics. Londyn, Macmillan, 3 tomy. T. I, (Ogólne procesy fizyczne) — szyl. 6. T. II, (Elektryczność i magnetyzm) — szyl. $7^1/_2$. T. III, cz. I (akustyka praktyczna) — szyl. $4^1/_2$. Doskonała książka, przydatna zwłaszcza dla samouków, gdyż zawiera nietylko przepisy wykonywania prac laboratoryjnych oraz tłumaczenia teoretyczne i przykłady liczbowe, lecz także bardzo szczegółowe opisy przyrządów i rozliczne wskazówki, odnoszące się do techniki eksperymentalnej i do własnoręcznej konstrukcji przyrządów.

W. Watson. A Textbook of practical Physics. Londyn, Longmans Green and Co. 1908. Str. XVI+626.

Doskonała książka, utrzymana na właściwym poziomie uniwersyteckim, przy założeniu, że w szkole średniej już należycie uprawiano ćwiczenia praktyczne. Wobec panujących u nas dzisiaj jeszcze stosunków, uczniowie, wstępujący do uniwersytetu, nie są przygotowani do korzystania z tej książki. Odpowiada zatym potrzebom tych, którzy już przeszli kurs ćwiczeń dla początkujących (Glazebrook and Shaw lub mały Kohlrausch) i którzy dla gruntowniejszego wykształcenia podejmują się w pracowni ćwiczeń trudniejszych. Książka nie ma formy lakonicznego przewodnika; jest to gruntowne dzieło o metodach mierniczych; nie ogranicza się zatym do wskazywania manipulacji, ale rozważa dobre i złe strony różnych metod, tłumaczy, dlaczego pewien sposób postępowania najlepiej prowadzi do celu; wogóle nie kładzie nacisku na wyczerpujące wyliczanie wszystkich metod mierzenia, lecz na gruntowność opracowywania i wskazanie tego, co jest najpraktyczniejsze. Zawiera również doskonałe wskazówki z zakresu techniki laboratoryjnej. Całość jest widocznie owocem długoletniego doświadczenia autora.

Jako najwięcej znane dzieło francuskie wymieniamy:

A. Witz. Cours supérieur de manipulations de physique, préparatoire au certificat d'études supérieures et à la licence. (École pratique de physique). Wyd. 2. Paryż, Gauthier-Villars, 1897. Cena fr. 10.

Ogranicza się do stosunkowo małej liczby ćwiczeń, które praktykanci przechodzą w kursach laboratoryjnych francuskich, lecz omawia je bardzo szczegółowo. Podaje przy każdym zadaniu: zarys teorji, opis przyrządów, sposób wykonania doświadczenia, wyniki. Przydałyby się uzupełnienia nowoczesne, ale naogół jest to książka godna polecenia.

B. Podręczniki do doświadczeń jakościowych (pokazów).

Książki, omawiane dotychczas, posiadają różny zakres, ale cel wspólny: nauczyć wykonywania pomiarów wielkości fizycznych przy pomocy odpowiednich przyrządów laboratoryjnych. Odpowiadają one zatym właściwemu zadaniu fizyki doświadczalnej: ilościowemu, ścisłemu badaniu zjawisk fizycznych. Cele dydaktyczne wymagają jednak oprócz tego także uwzględniania innego kierunku doświadczeń, polegającego na wykonywaniu eksperymentów jakościowych, mających pokazać dane zjawisko przed większym audytorjum. Znaczna część doświadczeń, które nauczyciel wykonywa przy wykładach szkolnych lub publicznych, należy do tego typu »demonstracji« albo »pokazów«, w których mniej chodzi o wykonanie ścisłego pomiaru, a więcej o to, aby zjawisko dla całego audytorjum było wyraźnie widzialne i jasno zrozumiałe.

Dawniej na uniwersytetach ograniczano się wyłącznie do ćwiczeń mierniczych (Messpraktikum), wychodząc ze słusznego założenia, że celem uniwersytetu jest wyłącznie kształcenie naukowe. Niedomagania wykształcenia dydaktyczno-zawodowego, okazujące się nieraz u początkujących nauczycieli, którzy tylko takie kursy przeszli, spowodowały dzisiaj na wielu uniwersytetach szersze uwzględnienie ćwiczeń pokazowych (Demonstrationspraktikum). Jest to z pewnością rzecz bardzo pożądana,

aby przyszły nauczyciel wykształcił się także pod tym względem, oraz żeby się zapoznał z używaniem odpowiednich przyrządów, ale ostrzegamy usilnie przed zaniedbywaniem trudniejszych i mozolniejszych ćwiczeń ilościowych. One jedynie dać mogą pojęcie o ścisłości praw fizycznych, w miarę zaś, jak się rozpowszechniają ćwiczenia uczniów w szkole średniej, będzie wzrastać także praktyczna doniosłość owych ćwiczeń mierniczych, które przyszli nauczyciele przerabiają w uniwersytecie.

Jako zapewne jedyny do dziś dnia podręcznik dla studentów, biorących udział w uniwersyteckich kursach doświadczeń pokazowych, wymieniamy:

E. Schweidler. Praktische Übungen in der Ausführung physikalischer Schulversuche. Wiedeń, Tempsky. Lipsk, Freytag, 1911. Str. 170. Cena m. 3.

Książka ta powstała jako wynik kursów »pokazowych«, które autor urządził w uniwersytecie wiedeńskim. Autor nie zamierzał bynajmniej wyczerpać całego materjału, tylko podał 60 doświadczeń, dowolnie wybranych z różnych dziedzin fizyki. Rzecz bardzo dobra, napisana zwięźle, może się przydać również i nauczycielom szkół średnich.

Dla nauczycieli przeznaczone jest obszerne dzieło, mogące służyć za przewodnik przy wszelkich rodzajach doświadczeń pokazowych:

A. Weinhold. Physikalische Demonstrationen. Anleitung zum Experimentieren im Unterricht an Gymnasien, Realgymnasien, Realschulen und Gewerbeschulen. Wyd. 4-te. Lipsk, Quandt und Händel, 1905. Str. 987. Cena m. 27.

Rzecz naogół dobra i użyteczna, przydatna także dla wstępnych wykładów uniwersyteckich, choć styl rozwlekły, a co do treści niektóre przestarzałe części wymagają przerobienia.

Najobszerniejsze dzieło z tego zakresu jest:

J. Frick. Physikalische Technik oder Anleitung zu Experimentalvorträgen, sowie zur Selbstherstellung einfacher Demonstrationsapparate. Bearbeitet von Prof. O. Lehmann. Wyd. 7. 2 tomy w czterech częściach. Brunświk, Vieweg. (1904—1909). Cena m. 109.

Dzieło to w dzisiejszym opracowaniu prof. LEHMANNA (z Karlsruhe) mało przypomina pierwowzór, napisany przez FRICKA przed laty 60. Zawiera ono, jak już tytuł powiada, nietylko wskazówki co do wykonywania doświadczeń pokazowych, ale również wiadomości o przyrządach samych, o ogólnym urządzeniu pracowni, o dostawcach, wskazówki o technice warsztatowej (toczenie metali, wydmuchiwanie szkła, roboty stolarskie i t. d.). Temu ogólnemu przedmiotowi poświęcona jest 1-sza część tomu I, którą uważamy za najcenniejszą z całego dzieła. Druga część zawiera doświadczenia z zakresu mechaniki i ciepła. Tom II w pierwszej części obejmuje: optykę i akustykę, w drugiej: elektryczność i magnetyzm.

Dzieło to pod niejednym względem niezupełnie odpowiada naszym wymaganiom. Naogół autor przypuszcza, że nauczyciel ma do dyspozycji wielkie środki materjalne; razi nas jego pociąg do teatralnych, na wielką skalę urządzanych pokazów, razi chaotyczność całego układu; żałujemy, że autor uwzględnia dostawców wyłącznie prawie niemieckich i t. p. Mimo wszystko jednak dzieło to odda wielkie usługi każdemu nauczycielowi i kierownikowi pracowni. Ogrom wskazówek praktycznych oraz informacji, z najrozmaitszych źródeł w nim zebranych, jest zdumiewający i nie da się zastąpić żadną inną książką.

Dla uniknięcia nieporozumienia co do zakresu tego dzieła zaznaczamy jednak wyraźnie, że dotyczy ono wyłącznie pokazów fizycznych, odpowiadających mniej więcej poziomowi dzieła MÜLLERA i POUILLETA (str. 182), że jednak w każdym razie nie może zastąpić podręczników do naukowej pracy laboratoryjnej w rodzaju KOHLRAUSCHA. Zwracamy też i na tym miejscu uwagę nauczycieli na doświadczenia pokazowe, dające się wykonać środkami najprostszemi, jakie są podane w dziełach ABRAHAMA, HAHNA (patrz str. 151). Sądzimy, że, zarówno ze względów praktycznych jak i dydaktycznych, takie doświadczenia zasługują na pierwszeństwo przy nauczaniu na poziomie Stopnia I i II.

C. Podręczniki do techniki laboratoryjnej (manipulacje warsztatowe).

Już w poprzednio wymienionych książkach, a zwłaszcza w dziele Fricka, znajdują się liczne wskazówki, należące do techniki laboratoryjnej. Wymieniamy tu jeszcze kilka książek, specjalnie poświęconych temu przedmiotowi. Są one nieocenioną pomocą przy robotach praktycznych, czy to dla samouka przy sporządzaniu sobie prostych przyrządów własnemi środkami, czy dla badacza przy budowaniu nowych instrumentów, wymyślonych specjalnie do danego badania, czy wreszcie dla nauczyciela przy wykonywaniu naprawy, sporządzaniu przyrządów pokazowych, lub też nadzorowaniu pracy uczniów. Oszczędzają nieraz straty czasu i daremnych wysiłków, przez podanie praktycznej rady, będącej wynikiem długoletniej praktyki fachowej. Niewątpliwie najważniejszym dla fizyka jest wydmuchiwanie szkła i każdy, kto nie zamierza ograniczyć się do »Kreide- und Schwammphysik«, musi koniecznie nabyć pewnej pod tym względem wprawy. Polecenia godnym przewodnikiem jest książeczka:

H. Ebert. Anleitung zum Glasblasen. Wydanie 4. Lipsk, Barth, 1912. Str. IV+123. Cena m. 2.40.

Materjał ułożony w formę systematycznego pięciostopniowego kursu dla ćwiczących się. Ogranicza się do najczęstszych robót laboratoryjnych, nie wchodząc w wykonywanie robót na skalę techniczno-przemysłową. Ostatnie wydanie znacznie powiększone.

G. Woollatt. Laboratory Arts. A teacher's handbook dealing with materials and tools used in the construction, adjustment and repair of scientific instruments. Londyn, Longmans Green and Comp, 1908. Str. XII+192. Cena szyl. 3½.

Doskonała książeczka, napisana z myślą o nauczycielach fizyki, pragnących wprawiać się w manipulacjach warsztatowych, których znajomość niemal codziennie jest im potrzebna w praktyce (roboty stolarskie, metalowe, wydmuchiwanie i szlifowanie szkła i t. d.). Autor ogranicza się do takich robót, które dają się wykonywać bez kosztowniejszych przyborów (o tokarni niema mowy). Pod tym względem daje mnóstwo wskazówek,

widocznie wynikłych z długoletniej praktyki. Rzecz specjalnie ważna dla samouków.

R. Threlfall. On Laboratory Arts. Londyn, Macmillan. 1898. Str. IX+338. Cena szyl. 6.

Książka w swoim rodzaju klasyczna (niestety wyczerpana). Obejmuje mniejszy zakres manipulacji niż poprzednia książka, przedewszystkim technikę szkła, a także galwanoplastykę. Podaje także źródła materjałów i zawiera nadzwyczajnie szczegółowe przepisy i uwagi praktyczne.

V. Dzieła o historji fizyki.

Treść: Wstęp. — Bibljografja: *A*. Opracowania historyczne. *B*. Biografje. *C*. Wydawnictwa klasyków nauki.

Historja fizyki jest historją — nie zaś fizyką. Tym pozornie trywialnym powiedzeniem zaznaczyć pragniemy różnicę w celach, w metodach i w znaczeniu tych nauk. Zupełnie mylne byłoby mniemanie, że postępy w fizyce zależą w jakikolwiek sposób od badań historycznych na tym polu, że uczony dzisiejszy, podejmujący się badania jakiegoś zagadnienia (np. z zakresu atomistyki), musi rozpocząć od przestudjowania wszelkich źródeł bibljograficznych aż do najdawniejszych czasów — tak jak to się dzieje w niektórych naukach humanistycznych (historja, filozofja, historja literatury). Postępowano tak w naukach przyrodniczych za czasów średniowiecznego scholastycyzmu; dla badacza dzisiejszego zaś jedynym źródłem poznania jest przyroda sama, a jedynym autorytetem jego własny umysł.

Oczywiście, że badacz musi się zapoznać z literaturą aktualną dla danej sprawy, aby się zorjentować należycie, jak daleko już badania postąpiły, ale wobec zawrotnie szybkiego rozwoju fizyki ten zakres aktualności sięga zazwyczaj niedaleko, do bardzo niewielu dziesiątków lat. Dla rozwiązania zagadnień dzisiejszej nauki jest to zupełnie obojętne, co o niej myśleli Arystoteles, Descartes, Bernoulli i inni wielcy uczeni minionych czasów. Żadne z wielkich odkryć nowoczesnych nie wyrosło z badania historycznego.

Mimo to nie zapoznajemy ogromnego znaczenia badań na polu historji fizyki. Ale jest to znaczenie innego rodzaju: ogólnokulturalne. Wszak historja nauk ścisłych jest chyba najwspanialszym działem historji kultury, gdyż przedstawia nam stopniowe poznawanie niezmiennych praw przyrody i tym samym opanowywanie jej przez umysł ludzki. Jest ona o wiele prawdziwszym wskaźnikiem postępu cywilizacji, niż historja królów i wojen. Niestety zbytnio bywa zaniedbywana w ogólnym naszym wykształceniu — bo badania na tym polu, a nawet prawdziwe zrozumienie materjału już zdobytego, przystępne są wyłącznie dla szczupłej garstki fachowców, łączących gruntowną znajomość nauki samej z zamiłowaniem historji i z wyszkoleniem w metodyce badań historycznych. Właściwa bowiem historja fizyki nie powinna się ograniczać do opisywania życiorysów uczonych i analizowania dzieł, przez nich napisanych, ani do wyliczania wynalazków, lecz powinna uplastyczniać nam stopniowy rozwój poglądów naukowych i związek jego z ogólnym stanem kultury umysłowej.

Jakkolwiek podkreśliliśmy zasadniczą różnicę między tym działem nauki a właściwą fizyką, zaznaczyć przecież musimy, że pośrednio posiada on niemałe znaczenie także dla samej nauki fizyki, zwłaszcza pod względem dydaktycznym. Często droga rozwoju historycznego jest najnaturalniejszą drogą do zrozumienia przedmiotu samego i słusznie wtedy nauczyciel postąpi, opierając swój wykład na rozpatrzeniu ewolucji historycznej. Nie można wszakże zaprzeczyć, że bywały również wypadki przeciwne, gdzie historyczny rozwój postępował drogą zawiłą, kiedy nauka błądziła długo po manowcach, nie widząc szerokiej królewskiej drogi, wiodącej bez trudu do celu [1]). Byłoby to przesadą i błędem dydaktycznym, gdyby i w takich razach przy nauce

[1]) Dzisiejsza teorja elektryczności (Maxwella) jest bez porównania prostsza, niż teorja Ampera, Webera, Clausiusa, Riemanna; te ostatnie żadnej już wartości aktualnej nie posiadają. Nikt dziś równań teorji sprężystości albo równań hidrodynamiki cieczy lepkich nie będzie wyprowadzał w tej zawiłej i niepotrzebnemi założeniami przeładowanej formie, jak to czynili inicjatorowie owych teorji: Poisson i Navier.

trzymano się historycznego przedstawienia rzeczy — choć porównanie a posteriori może być bardzo pouczające.

Ważniejsze są jednak inne względy. Jest to rzeczą wielkiej doniosłości, żeby uczący się nie uważał nauki za system dany dogmatycznie, za jakieś objawienie boskie. Powinien zawsze mieć na uwadze, że nauka jest wytworem ludzkim, że poglądy zmieniają się, że każdy ma prawo do krytyki i każdy może przyczynić się do postępu. Badaczowi zaś historja wiedzy daje wielką naukę: ostrzega go przed fanatyczną wiarą w pewien system i uczy go tolerancji dla innych zapatrywań.

Cała nauka szkolna jest niemal bezwartościowa, jeżeli nie potrafi wzbudzić zamiłowania do przedmiotu. A mało co tak zachęca do własnej pracy i wzbudza sympatję czytelnika do przedmiotu badania, jak czytanie historji wysiłków uczonych przy odkrywaniu tajników przyrody. Prawdziwą rozkoszą umysłu i uczucia jest zapoznanie się i obcowanie z owemi wybranemi osobistościami przy pomocy dobrych biografji.

Co się tyczy stosunku historji fizyki do innych nauk, podnieść należy zwłaszcza znaczenie jej dla filozofji (psychologji oraz teorji poznania). Historja fizyki jest ciągłym szeregiem przemian w poglądach naukowych i dlatego nadaje się bardzo jako punkt zaczepienia dla krytycznej analizy podstaw nauki i dla roztrząsań metod naukowych. Istotnie też pierwszorzędni uczeni, jak Mach i Duhem, łączą krytykę podstaw z badaniem historycznym, dostarczającym ogólnego tła i specjalnych ilustracji do wywodów ogólnych. Dzieła takie, o kierunku wybitnie krytycznym, włączyliśmy już do rozdziału poprzedzającego (III).

Zresztą historja fizyki łączyła się w dawniejszych czasach z historją astronomji i matematyki, w tym zakresie zatym występuje ona tylko jako drobny poddział tych umiejętności. Dlatego też polecamy czytelnikowi porównanie odpowiednich działów niniejszego Poradnika, ograniczając się tutaj przeważnie do dzieł ściślejszego zakresu fizycznego.

A. Opracowania historyczne.

W języku polskim posiadamy tylko jedno nieco obszerniejsze opracowanie systematyczne historji fizyki:

L. Bruner. Rys rozwoju fizyki. Poradnik dla samouków. Część VI (Dzieje myśli). Tom I. Zeszyt 1. Warszawa, 1907. Str. 171—296. Cena 1 rb. 50 kop.

Oprócz tej pracy i wymienionego już na str. 137 i w Dopełnieniach dzieła »Z dziejów rozwoju fizyki« mamy tylko okolicznościowe, popularno-naukowe artykuły, jak np.:

W. Mutermilch. Historja stosu Volty. Wszechświat. 1900. Str. 761, 791, 810,

S. Kramsztyk. Stulecie galwanizmu. Bibljoteka Warszawska, 1899. Str. 498,

oraz gruntownie opracowany »Wstęp historyczny« do podręcznika mechaniki Frankego (str. 223).

Z obszernej historycznej literatury obcej wymienimy nasamprzód ważniejsze z dzieł, obejmujących całość fizyki:

F. Rosenberger. Die Geschichte der Physik, in Grundzügen mit synchronistischen Tabellen der Mathematik, der Chemie und beschreibenden Naturwissenschaften, sowie der allgemeinen Geschichte. Vieweg, Brunświk. 3 tomy.

Tom I (1882): Starożytność i wieki średnie. Cena m. 3.60.

Tom II (1884): Czasy nowsze. Cena m. 8.

Tom III (1890): Stulecie ostatnie. Cena m. 16.90.

Jest to najobszerniejsze i najgruntowniejsze opracowanie całej historji fizyki. Autor kładzie główny nacisk na treść naukową i mało się zajmuje szczegółami biograficznemi. Materjał nagromadzony jest tak obfity, że utrudnia nawet czytanie dzieła (zwłaszcza tomu trzeciego) i nabycie jasnego poglądu ogólnego.

J. Ch. Poggendorff. Geschichte der Physik. Vorlesungen gehalten an der Universität zu Berlin. Lipsk, 1879. Str. 937.

Dzieło bardzo cenione, wyszło także w tłumaczeniu francuskim, p. t. Histoire de la physique. Paryż. 1883.

A. Heller. Geschichte der Physik von Aristoteles bis auf die neueste Zeit. Enke, Stuttgart. 2 tomy. Cena m. 27.

Tom I (1882): Od Arystotelesa do Galileusza.

Tom II (1884): Od Kartezjusza do Roberta Mayera.

Rzecz opracowana gruntownie, z podaniem wszelkich źródeł bibljograficznych. Jest to jednak na ogół raczej historja fizyków aniżeli fizyki. Myślą przewodnią nie jest rozwój idei fizycznych, lecz historja życia i działania różnych uczonych. Razi niemiecka tendencyjność w przedstawieniu kwestji narodowości Kopernika.

F. Auerbach. Geschichtstafeln der Physik. Barth, Lipsk. 1910. Str. 150.

Książka bardzo użyteczna, zawierająca: 1) tablice ważnych postępów na polu fizyki, uporządkowanych według roku pojawienia się, wraz z nazwiskiem autora, 2) tablice ważniejszych dzieł według roku publikacji, 3) tablice wybitniejszych nowszych uczonych według roku urodzenia, 4) spis alfabetyczny autorów do tablicy (1).

E. Gerland. Geschichte der Physik von den ältesten Zeiten bis zum Ausgange des 18 Jahrhunderts. Oldenburg, Monachjum, 1913. Str. 762. Cena m. 17.

Rzecz gruntowna, wydana przez Bawarską Akademję Umiejętności.

E. Gerland und **F. Traumüller.** Geschichte der physikalischen Experimentierkunst. Engelmann, Lipsk, 1899. Cena opr. m. 17.

Zajmująca książka, opisująca rozwój fizyki doświadczalnej od czasów starożytnych Egipcjan aż do początków wieku 19. Zawiera przeszło 400 reprodukcji ilustracji oryginalnych.

P. Duhem. L'évolution des théories physiques du 17-e siècle jusq'à nos jours. Paryż, 1900.

P. Duhem. Essai sur la notion de théorie physique de Platon à Galilée. Paryż, Hermann, 1908. Cena fr. 5.

Najnowszych czasów dotyczy bardzo zajmujące dzieło:

A. Schuster. The Progress of Physics during 33 Years. (1875–1908). Cambridge University Press. 1911. Str. 164. Cena $3^1/_2$ szyl.

To samo w tłumaczeniu niemieckim:

— Die Fortschritte der Physik in den letzten 33 Jahren. Barth, Lipsk, 1913. Str. 156. Cena opr. m. 4.

Książka ta powstała z 4 odczytów o tym przedmiocie, wygłoszonych przez autora na uniwersytecie w Calcutta. Jest to przegląd rozwoju fizyki, ze szczególnym uwzględnieniem elektryczności i pokrewnych jej działów, połączony z ciekawemi osobistemi wspomnieniami autora oraz z ogólnemi uwagami o różnych kierunkach uczenia i badania. Rzecz pisana przystępnie, czyta się z rzetelnym pożytkiem i prawdziwą przyjemnością.

Wymienimy dalej dzieła ogólniejszego charakteru, których część poświęcona jest historji fizyki:

W. Whewell. History of the inductive Sciences from the earliest to the present Times. 3 tomy. Wyd. 2. Londyn, 1847.

Słynne dzieło, wydane także w tłumaczeniu niemieckim przez LITTROWA p. t.:

Geschichte der induktiven Wissenschaften, der Astronomie, Physik, Mechanik, Chemie und Geologie. Stuttgart. 1840.

W. W. Rouse Ball. A short Account of the History of Mathematics. Macmillan. Londyn. Cena 10 s. Także w opracowaniu francuskim p. t. Histoire des Mathématiques. 2 tomy. Hermann, Paryż. Cena 20 fr.

Jest to świetnie napisana historja rozwoju matematyki od starożytności do czasów najnowszych. Zawiera równocześnie znaczną część historji fizyki, która dawniej się łączyła ściśle z matematyką i dopiero od połowy wieku XIX od niej wyraźnie się oddzieliła.

— A History of the Study of Mathematics at Cambridge. Książka poświęcona historji nauk matematycznych w uniwersytecie Cambridge, zawiera też dużo szczegółów ciekawych dla fizyki.

O. Bryk. Entwicklungsgeschichte der reinen und angewandten Naturwissenschaften im 19 Jahrhundert.

I. Bd: Die Naturphilosophie und ihre Überwindung. Die erfahrungsgemässe Denkweise (1800—1850). Barth, Lipsk, 1909. Str. XL+654. Cena opr. m. 16.

Jest to prawdziwe »standard work« (dzieło klasyczne), w którym autor daje obraz nowoczesnego rozwoju nauk przyrodniczych (łącznie z matematyką z jednej strony, a techniką i medycyną z drugiej), uwzględniając ich wzajemne oddziaływanie i nakreślając ogólne tło historyczne. Pierwszy tom sięga aż do odkrycia prawa zachowania energji.

L. Darmstaedter. Handbuch zur Geschichte der Naturwissenschaften und der Technik. In chronologischer Darstellung. 2 Aufl. Unter Mitwirkung von R. DU BOIS REYMOND und C. SCHAEFER. Springer Berlin, 1908. Cena m. 16.

Fr. Dannemann. Die Naturwissenschaften in ihrer Entwicklung und in ihrem Zusammenhange dargestellt. Engelmann, Lipsk, 1910—1913. 4 tomy. Cena m. 9+10+9+13.

Tom pierwszy sięga od początków aż do Galileusza, drugi aż do połowy 18 wieku, trzeci do odkrycia zasady zachowania energji, czwarty obejmuje epokę rozkwitu nauk przyrodniczych od czasu odkrycia zachowania energji.

M. Marie. Histoire des sciences mathématiques et physiques. Paryż, 1884—87. 12 vol.

Przechodzimy w dalszym ciągu do monograficznych opracowań historycznych pojedyńczych działów fizyki. Oprócz dzieł Macha i Duhema, omówionych w dziale III, str. 274—277, wymieniamy jeszcze następujące:

P. Duhem. Les sources des théories physiques Les origines de la statique. Hermann, Paryż, 1907. 2 tomy. Cena 20 fr.

Zajmujące badania nad stopniowym rozwojem statyki, pełne nowych przyczynków naukowych (co do prac średniowiecznych autorów) i ciekawych uwag.

J. Todhunter and **K. Pearson.** A History of the Theory of Elasticity and of the Strength of Materials from Galilei to the present Time. Londyn, 1886—1893. 2 tomy. Cena szyl. 55.

Nadzwyczaj gruntowne opracowanie historji teorji sprężystości. Pierwszy tom sięga od Galileusza aż do Saint-Venanta, drugi aż do lorda Kelvina.

E. Mach. Die Geschichte u. die Wurzel des Satzes von der Erhaltung der Arbeit. Praga, 1872.

A. Haas. Entwicklungsgeschichte des Satzes von der Erhaltung der Kraft. Wiedeń, 1909. Str. 116.

R. Thurston. Die Dampfmaschine. Geschichte ihrer Entwicklung. Lipsk, 1880. 2 tomy. Str. 249, 347.

G. Helm. Die Energetik nach ihrer geschichtlichen Entwicklung. Lipsk, 1898. Str. 370.

W. Ostwald. Die Philosophie der Werte. Lipsk, 1913. Str. 347. Historja rozwoju energietyki, pisana przez głównego jej autora i apostoła.

W. Ostwald. Elektrochemie, ihre Geschichte und Entwicklung. Lipsk, 1895. Str. 1151.

Rozwój elektrochemji, przedstawiony w wyjątkach z odpowiednich prac oryginalnych. Rzecz obficie ilustrowana.

E. Wilde. Geschichte der Optik. Berlin, 1838—1843. 2 tomy. Rzecz bardzo ceniona.

Liczne wskazówki historyczne znajdują się także w dziele (które jako monografja optyki dziś już zbyt jest przestarzałe) p. t.:

Verdet-Exner. Wellentheorie des Lichtes.

Historycznego rozwoju elektryczności dotyczą dzieła:

F. Rosenberger. Die moderne Entwickelung der elektrischen Prinzipien. Lipsk, Barth, 1898.

M. Bacharach. Abriss der Geschichte der Potentialtheorie. Gietynga, 1883.

Hoppe Ed. Geschichte der Elektrizität. Lipsk, 1884.

E. T. Whittaker. A History of the Theories of Aether and Electricity from the Age of Descartes to the close of the 19 Century. Longmans, Green and Co. Londyn, 1910. Cena szyl. $12^1/_2$.

Dzieło o wielkiej wartości naukowej, przewyższające daleko wszystko inne, co na tym polu pisano. Przystępne tylko dla tych, co posiadają gruntowną znajomość przedmiotu samego.

B. Biografje.

Poggendorff's Biographisch-litterarisches Handwörterbuch zur Geschichte der exacten Wissenschaften, enthaltend Nachweisungen über Lebensverhältnisse u. Leistungen von Mathematikern, Astronomen, Physikern, Chemikern, Mineralogen, Geologen, Geographen, u. s. w. aller Völker und Zeiten. 4 tomy. Barth, Lipsk. Cena w opr. m. 171.

Dzieło to, rozpoczęte przez Poggendorffa, później dalej poprowadzone przez Öttingena, obejmuje wskazówki biograficzne co do wszystkich ważniejszych osobistości z zakresu nauk ścisłych, wraz z wyliczeniem ważniejszych ich prac naukowych, aż do r. 1904.

D. Brewster. Memoir of the Life, Writings and Discoveries of I. Newton. Wyd. 2., Edynburg, 1860. 2 tomy. To samo po niemiecku p. t.:

— Newtons Leben. Übersetzt von Goldberg. Lipsk, 1843.

F. Rosenberger. Isaac Newton und seine physikalischen Principien. Barth, Lipsk, 1895. Str. 530. Cena m. 13.50.

G. Wilson. The Life of the Hon. Henry Cavendish including Abstracts of his more important Papers. Londyn, 1851. Str. 478.

J. P. Muirhead. The Life of James Watt, with Selections from his Correspondence. Londyn, 1858. Str. 580.

W. Ch. Henry. Memoirs of the Life and Scientific Research of John Dalton. Londyn, 1854. Str. 249.

R. A. Smith. Memoir of J. Dalton and History of the Atomic Theory up to his Time. Londyn, 1856. Str. 316.

G. Peacock. Life of Thomas Young. Londyn, 1855. Str. 514.

Fr. Arago. Notices biographiques. Paryż, 1854.
Vol. I: Arago, Fresnel, Volta, Young, Fourier, Watt, Carnot.
Vol. II: Ampère, Condorcet, Bailly, Monge, Poisson.
Vol. III: Gay Lussac, Malus.

C. A. Valson. Vie et travaux de M. Ampère. Lyon, 1886.

O. Reynolds. Memoir of J. P. Joule. Manchester, 1892.

J. Tyndall. Faraday as a Discoverer. Longmans Green and Co. Londyn, 1868. Str. 171.

H. B. Jones. The Life and Letters of Michael Faraday. Londyn, 1870. 2 tomy.

S. P. Thompson. Michael Faraday's Leben und Wirken. Deutsch von A. Schütte und H. Danneel. W. Knapp. Halle, 1900. Str. 234.

L. Campbell and **W. Garnett.** The Life of James Clerk Maxwell. Macmillan. Londyn, 1885. Cena szyl. $7^1/_2$. Życiorys jednego z najwybitniejszych fizyków z nowszych czasów, czyta się z prawdziwą rozkoszą. Także wstęp do Maxwella Collected Papers zawiera szczegóły biograficzne.

J. Glazebrook. James Clerk Maxwell and Modern Physics. Londyn, 1896. Str. 223.

A. Wangerin. Franz Neumann und sein Wirken als Forscher und Lehrer. Vieweg. Brunświk, 1907.

E. Rinke. Rudolf Clausius. Gietynga, 1888.

— Wilhelm Weber. Gietynga, 1894.

A. Obermayer. Zur Erinnerung an Josef Stefan. Wiedeń, 1893.

L. Königsberger. Hermann von Helmholtz. Vieweg, Brunświk, 1903. 3 tomy. Cena m. 20.

C. G. Knott. Life and Scientific Work of P. G. Tait. Cambridge University Press. Cena szyl. $10^1/_2$.

W. Ostwald. Grosse Männer. Akademische Verlagsgesellschaft. Lipsk, wyd. 4. 1912. Str. XI+424. Cena m. 14.

Autor omawia życie i prace szeregu badaczy na polu fizyki i chemji (Davy, R. Mayer, Faraday, Liebig, Gerhardt, Helmholtz); nie ogranicza się jednak do szczegółów biograficznych, lecz stara się dopatrzeć ogólniejszych prawideł psychologicznych w rozwoju umysłowym wielkich uczonych, których według usposobienia dzieli na dwie kategorje: klasyków i romantyków. Można wywodom jego często zarzucić brak objektywności sądu, opieranie zdania na zbyt małej ilości faktów i gwałtowne naginanie tychże do teorji energietycznych, z góry powziętych, trzeba jednak uznać, że jest to dzieło bardzo zajmujące i stanowiące ważny przyczynek do psychologji twórczości naukowej oraz do historji nauki w wieku 19-tym.

Sir **Joseph Larmor.** Memoir and Scientific Correspondence of Sir G. G. Stokes. 2 tomy. Cambridge University Press.

P. Duhem. J. W. Gibbs, à propos de la publication de ses mémoirs scientifiques. Hermann, Paryż, 1907. Str. 43.

Van Laar. J. D. Van der Waals, ein Lebensabriss. Barth. Lipsk, 1900. Str. 51.

A. Gray. Lord Kelvin; an Account of his Scientific Life and Work.

F. Fitzgerald. Lord Kelvin (1846—1899) with an Essay on his Scientific Work. Glasgow, 1899. Cena szyl. 10.

Silvanus P. Thompson. The Life of William Thomson Baron Kelvin of Largs. Londyn, Macmillan. 2 tomy. Cena szyl. 30.

L'oeuvre d'Henri Poincaré par BRUNSCHWICG, HADAMARD, LEBEUF, LANGEVIN. Paryż, Hermann, 1913. Str. 120. Cena fr. 4.

Wreszcie polecamy interesujące dzieło o nieco ogólniejszym znaczeniu:

History of the Cavendish Laboratory 1871—1910. Longmans Green et Co. Londyn 1910. Cena szyl. 7½.

Jest to zbiorowe dzieło, wydane ku uczczeniu 25-lecia działalności profesorskiej Sir J. J. THOMSONA przy współpracownictwie szeregu wybitnych uczonych, którzy z nim lub z pracownią jego bliżej byli związani (T. C. FITZPATRICK, C. D. WHETHAM, A. SCHUSTER, R. T. GLAZEBROOK, Sir J. J. THOMSON, H. F. NEWALL, E. RUTHERFORD, C. T. R. WILSON, N. R. CAMPBELL, L. R. WILBERFORCE). Cavendish Laboratory, stworzone w r. 1871, było od tego czasu pod kierownictwem trzech z pośród najwybitniejszych uczonych nowszych czasów, MAXWELLA, lorda RAYLEIGH'A, Sir J. J. THOMSONA i dzięki temu odegrało pierwszorzędną rolę w rozwoju nauki w Anglji. Dzieło niniejsze, poświęcone historji tej pracowni, ma zatym znaczenie przerastające daleko zakres interesów lokalnych. Rzuca ono ciekawe światło na charakter i działalność naukową owych osobistości, a zwłaszcza J. J. THOMSONA, podaje informacje o całym szeregu pracowników, którzy przeszli przez podwoje owego zakładu, a równocześnie daje pogląd na znaczenie badań tam wykonanych oraz na rozwój dydaktyki fizyki w zakresie owej pracowni. Dołączony jest spis prac stamtąd pochodzących (około 800) oraz pracowników (przeszło 200).

C. Wydawnictwa klasyków nauki.

W historji wydawanie »źródeł« ma znaczenie fundamentalne dla nauki samej, gdyż jedynie na nich opiera się cała budowa wniosków teoretycznych, stanowiących właśnie to, co nazywamy historją. W fizyce wydawnictwa klasyków tej roli nie odgrywają, gdyż źródłem poznania jest tu przyroda sama, każdemu dostępna. Mimo to i tutaj wydawnictwa prac o historycznym znaczeniu — z poprawnym, krytycznemi uwagami zaopa-

trzonym tekstem — są ogromnie pożądane. Uprzystępnienie tej literatury klasycznej jest ważne przedewszystkim dla historji fizyki, ale i fizyk, mający tylko względy przedmiotowe na uwadze powita je z radością, zwłaszcza gdy dotyczy ono ważnych prac o znaczeniu jeszcze aktualnym. Często przeczytanie tekstu oryginalnego daje najlepszy sposób poinformowania się o przedmiocie samym, a w każdym razie przerobienie wzorowej pracy otwiera pouczające perspektywy na sposób, w jaki dokonywają się wielkie odkrycia.

W Niemczech akcję na tym polu rozpoczął w r. 1889 prof. W. Ostwald, a dalej prowadzi ją prof. A. v. Öttingen, wydając t. zw. Klassiker der exakten Wissenschaften, nakładem W. Engelmanna w Lipsku. Dotychczas ukazało się koło 200 tomików, z których blizko połowa odnosi się do fizyki. Wymienimy tutaj tylko nazwiska kilku autorów najważniejszych wraz z numerami bieżącemi ich prac:

d'Alembert 106; Andrews 132; Avogadro i Ampère 8; Jakób Bernoulli 175; S. Carnot 37; Clausius 99; Coulomb 13; Davy 45; Doppler 161; Faraday 81, 86, 87, 126, 128, 131, 134, 136, 140; Feddersen 166; Galilei 11, 24, 25; Gauss 2; Green 61; Helmholtz 1, 79, 80, 124; Hittorf 21, 23; Kirchhoff 100, 101; Maxwell 69, 102; Newton 96, 97; Oersted i Seebeck 63; Weber i Kohlrausch 142.

Nieco podobne wydawnictwo wychodzi w języku angielskim p. t.:

Harpers. Scientific Memoirs, edited by J. S. Ames. New-York.

Obecnie rozpoczęła się podobna publikacja w języku francuskim p. t.:

Les classiques de la science, publ. par MM. Abraham Gautier, Le Chatelier, Lemoine. A. Colin, Paryż.

Jeszcze większe znaczenie dla nauki i jej historji posiadają wydawnictwa zebranych prac wybitniejszych autorów; jedynie takie wydawnictwa dają pojęcie o całokształcie działalności uczonego i chronią od zapomnienia jego przyczynki naukowe, często rozproszone po całym szeregu mało przystępnych czasopism.

Należy tu wymienić zbiorowe dzieła następujących autorów:

Green, Fourier (2 t., Paryż), James Thomson (1 t., Cambridge), Kirchhoff (3 t., Barth, Lipsk), Hertz (3 t., Barth, Lipsk), Helmholtz (3 t., Barth, Lipsk), Tait (2 t., Cambridge), O. Reynolds (3 tomy, Cambridge), Stokes (5 t., Cambridge), Rowland (1 t., New York), Lord Kelvin (6 t., Cambridge), Maxwell (2 t., Cambridge), Pierre Curie (1 t., Paryż.), Boltzmann (3 tomy, Barth, Lipsk), lord Rayleigh (5 t., Cambridge).

Zwłaszcza pisma ostatnio wymienionych autorów posiadają dzisiaj jeszcze wysoką wartość aktualną.

VI. Dzieła o historji fizyki w Polsce.

Treść. Wstęp: Zarys dziejów fizyki w Polsce. — Bibljografja: *A.* Dzieła ogólne, *B.* Biografje.

WSTĘP.

Zarys dziejów fizyki w Polsce.

Historja fizyki w Polsce nie została do dziś dnia opracowana w sposób gruntowniejszy, mimo że poszukiwania historyczne na innych polach — zwłaszcza literatury i sztuki — tak wielką u nas cieszą się popularnością. Oprócz kilku prac monograficznych, oraz różnych wzmianek okolicznościowych znamy wogóle tylko jeden artykuł St. Kramsztyka w Wielkiej Encyklopedji Ilustrow., dający przynajmniej szkicowy obraz ogólny historycznego rozwoju tej nauki u nas.

Wobec tak wielkiej nieświadomości tej gałęzi naszych dziejów, sądzimy, że pożytecznym będzie dla samouka, jeżeli w artykule niniejszym odstąpimy od planu przestrzeganego w innych działach tej bibljografji i oprócz wskazówek dydaktycznych i literatury podamy krótki zarys samego przedmiotu niniejszego rozdziału.

Fizyka w dawniejszych wiekach nie była uważana za osobny dział nauki; łączono ją zwykle z matematyką, a po części z astronomją, i w pracach przedstawicieli tych nauk musimy się doszukiwać przyczynków do tych działów, które dzisiaj obejmujemy nazwą fizyki.

W tym znaczeniu możemy do fizyków polskich zaliczyć

jednego z najwybitniejszych uczonych średniowiecza (około r. 1270): CIOŁKA (VITELLIO), którego dzieło o optyce zyskało szeroki rozgłos pomiędzy ówczesnemi uczonemi europejskiemi, tak że wyparło nawet dzieło PECKAMA: Perspectiva communis, uważane dawniej za klasyczne. Dzieło to, składające się z dziesięciu ksiąg, oparte jest w znacznej części na arabskiej optyce ALHAZENA, ale zawiera też liczne własne przyczynki autora. Znajdujemy w nim traktowane: gieometrję, odbicia od zwierciadeł płaskich, kulistych, walcowatych i parabolicznych, oraz przechodzenie promieni przez ciała przezroczyste. Między innemi autor tłumaczy tęczę, jako skutek załamania i odbicia się światła w kropelkach wody i porównywa zjawisko to z załamaniem się światła w pryzmacie. Dzieło to wyszło w druku w Bazylei w r. 1572 p. t. Opticae libri decem. Str. 474 in folio.

Największy jednak wpływ wywarła nauka nasza na rozwój fizyki pośrednio, gdy KOPERNIK położył podwaliny pod dzisiejszy system mechaniki nieba i tym samym zbudował podstawy do późniejszego rozwoju dynamiki ogólnej, który zawdzięczamy GALILEUSZOWI, KEPLEROWI i NEWTONOWI. Łączy się tym sposobem ogólna historja fizyki z rozkwitem astronomji w Akademji Krakowskiej pod koniec wieku XV.

Po tym złotym okresie rozwoju zwolna następuje obniżenie i upadek. Odtąd przez długi czas nauka polska, przytłoczona astrologją i scholastycyzmem średniowiecznym, a później znów tamowana w swym rozwoju wskutek wydarzeń politycznych, przestaje wywierać wpływ na rozwój fizyki europejskiej.

Odnajdujemy wiadomość, że w r. 1612 GALILEUSZ przesłał królowi Zygmuntowi mikroskop, pod swoim nadzorem sporządzony. Dowiadujemy się, że kapucyn WALERJAN MAGNI, znalazszy w Polsce przytułek przed prześladowaniami, wykonywa w Warszawie w r. 1647 doświadczenie TORRICELLEGO, podobno w zupełnej niezależności od badań tego uczonego, na dowód możliwości próżni, a następnie prowadzi polemikę z PASCALEM o prawo pierwszeństwa co do wygłoszenia praw ciśnienia barometrycznego.

Obok tych odgłosów obcej nauki na ziemiach Polski wymienić możemy w drugiej połowie wieku XVII matematyka Po-

laka, którego działalność w znacznej części wchodzi w zakres fizyki i który sobie stworzył imię poważane w ówczesnym świecie uczonych. Jest nim Adam Amandy Kochański, urodzony w Dobrzynie, później zajmujący stanowisko profesora matematyki kolejno w Moguncji, Florencji, Pradze, Ołomuńcu, Wrocławiu, wreszcie mianowany nadwornym matematykiem i bibljotekarzem króla Jana III Sobieskiego. Prace jego z dziedziny statyki cieszyły się wielkim uznaniem obcych, o czym świadczy długa korespondencja naukowa między nim a filozofem niemieckim Leibnizem. Pojawia się też pierwszy polski podręcznik mechaniki, pióra St. Solskiego p. t. Architekt polski, to jest nauka ulżenia wszelkich ciężarów i używania potrzebnych machin ziemnych i wodnych (Kraków, 1690), w którym autor traktuje przedmiot wyłącznie z punktu widzenia praktycznego; pod względem naukowym ma pojęcia najzupełniej bałamutne.

U nas wogóle panowała wówczas atmosfera nie sprzyjająca wcale naukom przyrodniczym; na polu naszej nauki smutno się zaznacza także wpływ ogólnej ciemnoty, związanej z rozrostem potęgi jezuitów i z nietolerancją religijną; ujawnia się on zwłaszcza jaskrawo w głębokim upadku sławnej niegdyś Akademji Krakowskiej w pierwszej połowie wieku XVIII. Wobec tego z uznaniem podnieść należy nazwiska tych uczonych, którzy przynajmniej rozwinęli szerszą działalność dydaktyczną i w niej starali się podążyć za postępami nauki zachodniej. Zasługą ich jest, że od połowy wieku XVIII, przynajmniej w zakresie literatury podręcznikowej i w staraniach o urządzanie pracowni doświadczalnych, daje się zauważyć pewien nowy prąd.

Do wybitniejszych między nimi należy X. Józef Rogaliński (1728—1802), który, wykształciwszy się w naukach ścisłych w Paryżu, objął profesurę fizyki w kolegjum jezuickim w Poznaniu. Urządzał obok swych zajęć urzędowych popularne wykłady fizyki doświadczalnej, na które także rzemieślników dopuszczał; wydał obszerne pięciotomowe dzieło: Doświadczenia skutków rzeczy pod zmysły podpadających, Poznań, 1764, (drugie wydanie w 4 tomach, Poznań, 1770).

Inne podręczniki wydają: pijar X. Samuel Chróścikow-

SKI (1730—1799) w Warszawie, regens seminarjum sandomierskiego, X. JÓZEF LISIKIEWICZ, oraz pijar JÓZEF HERMAN OSIŃSKI (1746—1802). Ostatni był wielkim miłośnikiem fizyki, dawał w Warszawie publiczne prelekcje, połączone z doświadczeniami, a zapoznawszy się z epokowemi postępami, dokonanemi wówczas, zwłaszcza na polu chemji, przez CAVENDISHA, LAVOISIERA i LAPLACE'A, posiadał sąd naukowy o tyle dojrzały, że porzucił zupełnie zasady poprzednio przez siebie głoszone i podjął się z nowego punktu widzenia zupełnej przeróbki swej książki, wydanej w roku 1777.

Pierwszą część tego nowego wydania, zawierającą (oprócz wstępnych rozdziałów, poświęconych rozważaniu autorytetów scholastycznych) doświadczenia z zakresu ogólnych właściwości materji, ciepła i chemji, ogłosił w Warszawie w r. 1801. Pozostałą drugą część, zawierającą mechanikę, optykę, elektryczność i magnetyzm, wydał, po śmierci autora w roku 1803, JAN GWALBERT BYSTRZYCKI, również profesor fizyki w szkołach pijarskich w Warszawie; książki te doczekały się jeszcze licznych wydań.

Tymczasem zaznaczył się ruch, zdążający do odrodzenia szkolnictwa wyższego i niższego, pod ożywczym działaniem Komisji Edukacyjnej, objawiający się między innemi w zreformowaniu uniwersytetu Krakowskiego i Wileńskiego. Dawną, w scholastycyzmie i perypatetycyzmie zaśniedziałą i materjalnie podupadłą Akademję Krakowską, w której dopiero w roku 1765 zerwano stanowczo z astrologją i w której jeszcze w roku 1771 profesor Dr. FRANCISZEK SŁUPSKI wykładał system świata według TYCHONA de BRAHE, w r. 1780 KOŁŁĄTAJ pobudził do nowego życia. W uczelni tej, która odtąd aż do objęcia przez rząd austryjacki nazywała się Szkołą Główną, stworzył dwie katedry, wchodzące w zakres naszej nauki: katedrę mechaniki, na którą powołał w roku 1780 DR. FELIKSA RADWAŃSKIEGO, oraz katedrę fizyki, którą powierzono w r. 1783 X. D. ANDRZEJOWI TRZCIŃSKIEMU.

Pierwszy okazał się dzielnym przedstawicielem swego fachu, mniej natomiast drugi, któremu w r. 1789 wybitni koledzy uniwersyteccy (JAN ŚNIADECKI i inni) otwarcie zarzucali nie-

uctwo oraz gburowatość w postępowaniu. Spór ten odbił się niekorzystnie na stanie katedry i połączonego z nią gabinetu fizycznego, ale nie zaszkodził samemu TRZCIŃSKIEMU, który dzięki opiece możnych protektorów pozostał na swym urzędzie aż do r. 1804, a następnie został kanonikiem.

W owym roku rząd austryjacki, który zajmował Kraków już od r. 1796, przystąpił do zmiany ustroju Szkoły Głównej według typu innych uniwersytetów austryjackich; nastąpił okres przejściowy profesorów niemieckich (GLOISSNER i rzutki ZEMANTSEK) aż do roku 1809, kiedy Kraków powrócił pod zarząd Księstwa Warszawskiego. Po różnych zmianach objął katedrę fizyki w r. 1813 ROMAN MARKIEWICZ (1770—1840) i piastował ją do r. 1838, a po nim nastąpił STEFAN LUDWIK KUCZYŃSKI (1811—1882), który zatrzymał tę katedrę również po ponownym objęciu Krakowa przez Austrję w roku 1846. Obaj byli dosyć dobremi nauczycielami, dbali o powiększenie zasobów gabinetu fizycznego i zaznaczyli się też chlubnemi przyczynkami w naszym piśmiennictwie naukowym, jakkolwiek nie można ich bynajmniej zaliczyć do wybitniejszych uczonych.

Powróćmy do drugiego ogniska naukowego, odnowionej równocześnie z Akademją Krakowską przez Komisję Edukacyjną Szkoły Głównej Wileńskiej. Przed ową reformą uczono tam różnych części fizyki (optyki, mechaniki i t. d.) w ogólnym kursie, wraz z matematyką i astronomją, przez jednego profesora wykładanych. Wówczas zaś założono osobną katedrę fizyki, którą zajął X. JÓZEF MICKIEWICZ (1744—1817), stryj poety, póżniej dziekan fakultetu matematyczno-fizycznego, oraz osobną katedrę mechaniki, na którą powołano X. T. KUNDZICZA, niestety bardzo słabą siłę fachową. MICKIEWICZ nie mógł wprawdzie nauki zgłębić, wskutek braków w przygotowaniu matematycznym, ale zasłużył się spopularyzowaniem swego przedmiotu, który wykładał w sposób eksperymentalny.

Znacznie wybitniejszym, jako uczony fachowiec, był STEFAN STUBIELEWICZ (1759—1814), który po otrzymaniu katedry fizyki w r. 1797 wyjechał dla kilkuletnich studjów za granicę, objąwszy zaś profesurę, po przekształceniu Szkoły Głównej w uniwersytet cesarski w roku 1805, wykładał swój przedmiot

w sposób nowoczesny. Wzbogacił on bardzo zasoby gabinetu fizycznego; pozostawił liczne dzieła w rękopisie, ze wszystkich działów fizyki.

Programu Stubielewicza trzymali się również następcy jego: Kajetan Krassowski i Feliks Drzewiecki, który fizykę wykładał od roku 1819 aż do zamknięcia uniwersytetu, a następnie w Akademji lekarskiej uczył aż do zamknięcia tejże w r. 1841. Byli oni znacznie słabszemi przedstawicielami nauki; Drzewiecki ogłosił przynajmniej szereg podręczników, między innemi Kurs roczny fizyki eksperymentalnej (1823), który przez długi czas był najważniejszym polskim podręcznikiem fizyki i jako taki (obok tłumaczeń obcych podręczników, dokonanych przez A. Korzeniowskiego, Chojnackiego, E. Sieradzkiego) odegrał pewną rolę w historji naszej nauki.

Katedra mechaniki, po ustąpieniu Kundzicza w r. 1803, została powierzona bardzo wybitnej sile fachowej, niemcowi K. Chr. Langsdorfowi, który oprócz licznych innych prac ogłosił drukiem także wykłady wileńskie (po łacinie), ale już po trzechletniej działalności Wilno opuścił. Później mechanikę wykładali Zacharjasz Niemczewski i Michał Pełka Poliński, obaj raczej matematycy i pod innemi względami wybitniejsi niż jako przedstawiciele tego przedmiotu; a oprócz tego od roku 1822 istniała katedra mechaniki praktycznej, który to przedmiot do zamknięcia uniwersytetu w r. 1832 wykładał Walerjan Górski. Na tym kończy się działalność ogniska naukowego Wileńskiego.

W samej stolicy, Warszawie, wymienić wypada jeszcze działającego za czasów Komisji Edukacyjnej Jana Michała Hubego (1777—1807), wykładającego fizykę i matematykę wyższą w Korpusie Kadetów, równocześnie dyrektora tegoż zakładu, który zaznaczył się także w piśmiennictwie, jako autor kilku podręczników szkolnych fizyki (między innemi: Wstęp do fizyki dla szkół narodowych, Kraków, 1783, pisany po łacinie, a z rękopisu przełożony na język polski). Za czasów uniwersytetu »Aleksandryjskiego«, założonego w roku 1830, wybitną działalność dydaktyczną rozwinął profesor fizyki Józef Karol Skrodzki (1789—1832); dążności naukowe objawił w swej

dbałości o rozwój gabinetu fizycznego i w rozprawach, ogłoszonych w rocznikach żywo wówczas rozwijającego się Warszawskiego Towarzystwa Przyjaciół Nauk. Tamże znajdujemy również w tym samym czasie liczne przyczynki do fizyki pióra profesora Jana Milego.

Upadek ogólnego życia umysłowego po zamknięciu uniwersytetu smutnie objawia się w następujących czasach także i w dziedzinie fizyki. Nie przynoszą owe lata nic prócz kilku podręczników szkolnych; między autorami ich wymienić należy Jędrzeja Radwańskiego (1800—1860).

Nowy impuls dało wreszcie naukom matematyczno-przyrodniczym zorganizowanie Szkoły Głównej Warszawskiej w r. 1862. Podczas siedmioletniego jej istnienia wykładali tam różne działy fizyki i mechaniki: Tytus Babczyński, Nikodem Pęczarski, Adam Prażmowski (później zajmujący się we Francji optyką praktyczną), Stanisław Przystański, Władysław Zajączkowski (później profesor matematyki w politechnice we Lwowie), Władysław Kwietniewski. Jakkolwiek epoka Szkoły Głównej nie zaznaczyła się w fizyce zdobyczami naukowemi, przecież doniosłość dydaktyczna jej była wielka. Żywa zachęta do nauki, którą wychowankowie Szkoły odnieśli, dawała się odczuwać przez długi czas i musiała starczyć na lata późniejsze, które fizyka musiała przetrwać w Warszawie bez pomocy uniwersyteckiej, opierając się tylko na pracy nauczycieli prywatnych oraz na bezinteresownym zamiłowaniu naukowym kilku jednostek.

W początku tej ostatniej epoki działa w innym środowisku G. H. Niewęgłowski, wpływając jednak i na naukę u nas, jako autor gruntownego podręcznika mechaniki analitycznej (Paryż, 1873, 2 tomy). Najwybitniejszą postacią naukową z zakresu fizyki jest w owym czasie w Warszawie Władysław Gosiewski, bardzo uzdolniony autor wielu prac z dziedziny rachunku prawdopodobieństwa, mechaniki i fizyki molekularnej, niestety odosobniony i z czasem, w braku odpowiedniego pola działania, tracący żywy kontakt z nauką Zachodu. Oprócz niego z uznaniem wymienić należy nazwisko E. Dziewulskiego, pracu-

jącego na polu fizyki i fizjografji, oraz świetnego popularyzatora nauki Stanisława Kramsztyka.

Wobec tego że fizyka, więcej jeszcze niż wiele innych nauk, wymaga specjalnych pracowni uniwersyteckich, zrozumiałym jest, że punkt ciężkości pracy naukowej przeniósł się do zaboru austryjackiego, gdzie oprócz prastarej wszechnicy Jagiellońskiej od roku 1873 funkcjonuje także uniwersytet lwowski, jako równorzędna wszechnica polska. Uniwersytet ten, założony jeszcze przez Jana Kazimierza w r. 1661, nie potrafił się wydźwignąć przez pierwszy okres swego istnienia na poziom prawdziwie uniwersytecki. Po okupacji Galicji przez rząd austryjacki wskrzeszony na nowo (1784), zmienne przechodził koleje, aż w roku 1817 został odnowiony w dzisiejszej postaci, pozostając wszakże wciąż uniwersytetem niemieckim.

Między profesorami fizyki z tego okresu nie brak wybitnych sił, jak np. Kunzek, autor wielu prac i dzieł naukowych, oraz Pierre, później profesor politechniki w Wiedniu, ale działalność ich nie znalazła odgłosu w społeczeństwie, z powodów zrozumiałych. Chronologicznie historja katedry fizyki przedstawia się w następujący sposób: Ignacy Domin. Martinovics 1783—91, Antoni Hiltenbrand 1792—94, Jan Zemantsek 1794—1805, Antoni Gloissner 1805—23, August Kunzek 1824—48, Aleksander Zawadzki (zastępca) 1848—52, Wiktor Pierre 1852—57, Wojciech Urbański 1857—59, Aloizy Handl 1859—72.

Urbański, który oprócz tego przez długie lata zajmował posadę bibljotekarza, należał do dzielniejszych polskich przedstawicieli fizyki naukowej z tego czasu; pozostawił po sobie szereg podręczników i rozpraw, ogłoszonych częściowo w języku polskim, częściowo zaś po niemiecku. Po spolszczeniu uniwersytetu objął katedrę fizyki doświadczalnej w roku 1873 Tomasz Stanecki († 1891), uczony bardzo skromnej miary, oprócz tego powstała katedra fizyki teoretycznej, którą do roku 1899 zajmował Oskar Fabian, autor krótkiego zarysu mechaniki analitycznej oraz kilku mniejszych rozprawek naukowych.

Tymczasem katedrę fizyki doświadczalnej na Uniwersytecie Jagiellońskim objął, po ustąpieniu Kuczyńskiego w r. 1882,

Zygmunt Wróblewski [1]) (poprzednio docent uniwersytetu w Strasburgu); uczonemu temu zawdzięczamy, że od długich wieków znów po raz pierwszy nauka polska zajęła wybitne miejsce w europejskiej historji fizyki. Najwięcej znane są klasyczne prace Wróblewskiego nad skraplaniem gazów, które częściowo podejmował wspólnie z profesorem chemji Karolem Olszewskim, ale i na innych polach (np. dyfuzja gazów) również wykonał piękne badania. Podziwiać musimy dzisiaj jeszcze, czego dokonać zdołał w ciągu tak krótkiej działalności dla nauki jak i dla zakładu fizycznego, który dopiero dzięki niemu z gabinetu fizycznego przemienił się w pracownię naukową. Był z natury nadzwyczajnie rzutki i zdolny, doskonałą przeszedł szkołę, dzięki długoletnim studjom zagranicznym, i z pewnością byłby się stał jednym z najświetniejszych przedstawicieli fizyki nowoczesnej, gdyby nieszczęśliwy wypadek w laboratorjum (1888) nie był przedwcześnie przerwał jego życia.

Odtąd Olszewski sam dalej prowadził owe badania, przyczyniając się wielce do poznania właściwości gazów skroplonych i do ulepszania metod pracy doświadczalnej na tym polu. Katedrę fizyki zaś objął August Witkowski (1854—1913), również wybitny uczony i świetny nauczyciel. Wsławił się głównie swemi klasycznemi, systematycznemi badaniami nad ściśliwością, rozszerzalnością termiczną i ciepłem właściwym powietrza, oraz nad ściśliwością i rozszerzalnością cieplną wodoru, które zajmują wybitne miejsce w nauce tego przedmiotu, — dla rozwoju zaś fizyki u nas położył niezmierne zasługi przez swe mistrzowskie trzytomowe dzieło: Z a s a d y f i z y k i, które z pewnością przez długie lata pozostanie źródłem wiadomości i pobudką do myślenia naukowego.

Kończymy ten szkicowy zarys, nie wchodząc w szczegóły, dotyczące osób żyjących. Nie możemy jednak powstrzymać się od wyrażenia nadziei, że potrwa dalej nowa epoka fizyki w Polsce, zainaugurowana tak świetnie od roku 1882, w której uczeni nasi czynny biorą udział w ogólnym postępie nauki,

---

[1]) Urodził się w Grodnie 1845, zesłany na Sybir, 1863—69, przepędził następne lata w Niemczech, habilitował się w Strasburgu w r. 1876.

i że udział ich zaznaczy się nazwiskami tej miary, co Wróblewskiego lub rodaczki naszej, Curie Skłodowskiej, słynnej ze swych odkryć na polu promieniotwórczości.

Samouk, mający zamiar zająć się gruntowniej historją fizyki w Polsce, musi się podjąć pewnego rodzaju pracy źródłowej, gdyż na polu tym prawie wszystko jeszcze pozostaje do zrobienia. O ile chodzi o dawniejsze wieki, łączą się te poszukiwania ściśle z historją matematyki i astronomji. Dlatego też odsyłamy po wskazówki do bibljografji tych dwu działów Poradnika dla Samouków. W artykule o historji astronomji w Polsce znaleźć można szczegółowe wskazówki co do badań archiwalnych. Na tym zaś miejscu ograniczamy się do przytoczenia ważniejszych źródeł bibljograficznych, o ile się odnoszą specjalnie do fizyki w Polsce; według tego, co powiedziano, głównie czasy nowsze wchodzą w rachubę.

BIBLJOGRAFJA.

A. Dzieła ogólne.

Najważniejszym niewątpliwie źródłem do prac naukowych na polu historji fizyki w Polsce jest:

T. Żebrawski. Bibljografja piśmiennictwa polskiego z działu matematyki i fizyki oraz ich zastosowań. Nakładem Bibl. Kórnickiej. Kraków, 1873. Str. III + 617.

— Dodatki do tejże. Kraków, 1886. Str. 155.

Bibljografja ta zawiera dzieła i rękopisy ogłoszone od w. XIII. aż do końca r. 1830, a z lat późniejszych druki pozostające w związku z niemi. Treść jest nadzwyczajnie bogata, zawiera 3245 tytułów; układ czysto chronologiczny, bez podziału według treści lub według dzielnic Polski, co utrudnia pogląd ogólny.

Również i znana bibljografja K. Estreichera wielkie oddaje usługi.

Jako jedyne opracowanie ogólne całego przedmiotu wymienimy artykuł:

St. Kramsztyk. Dzieje fizyki w Polsce, w Wielkiej Encyklopedji Powszechnej Illustrowanej.

Oprócz tego artykuły:

Br. Znatowicz. Nauki ścisłe i przyrodnicze w dawnej Akademji Jagiellońskiej. Wszechświat, 1900. Str. 337—344.

Jest to szkic rozwoju nauk od założenia Akademji w 1364 r. aż do reformy Kołłątajowskiej.

M. Pożaryski. O rozwoju fizyki w ostatnim trzydziestoleciu. Wszechświat, 1912, str. 214—219.

Na tle ogólnych postępów fizyki autor wymienia krótko niektóre prace Polaków z ostatniego trzydziestolecia i nieco bliżej rozpatruje działalność na polu fizyki grona osób, grupujących się koło Wszechświata.

Józef Bieliński. Stan nauk matematyczno-fizycznych za czasów Wszechnicy Wileńskiej. Prace matem.-fizyczne, II, str. 265—431, 1890.

Bardzo cenna praca, zawiera duży, starannie zebrany i uporządkowany materjał bio- i bibljograficzny. Dalej dzieło:

— Uniwersytet Wileński (1579—1831), 3 tomy, Kraków, 1899—1900.

— Królewski Uniwersytet Warszawski (1816—1831), 2 tomy, Warszawa, 1907—1911.

M. Baliński. Dawna Akademja Wileńska (1579—1803), Petersburg, 1862.

Ludwik Szperl. Materjały do historji Szkoły Głównej Warszawskiej. Rada Wydziału matematyczno-fizycznego. Chemicy. Pracownia chemiczna. Z zapom. Kasy im. Mianowskiego. Warszawa, 1913. Cena 60 kop.

Wł. Smoleński. Towarzystwa naukowe i literackie w Polsce. Odbitka z Ateneum. Warszawa, 1887. Str. 43.

A. Kraushar. Towarzystwo Warszawskie Przyjaciół Nauk. 8 tomów. Kraków, 1900—1906.

I. Sołtykowicz. O stanie Akademii krakowskiej i o publicznych a mianowicie uczonych pracach Akademików. Kraków, 1810.

Jan Bystrzycki. Rozprawa o wzroście nauk fizycznych w Polsce. Roczn. Tow. Przyj. Nauk, 1818. Str. 182.

J. J. Boguski. Z dziejów nauki. Odczyt. Przyroda i przemysł, t. 7, str. 433, 445. Warszawa, 1880.

K. Morawski. Historya uniwersytetu Jagiellońskiego. Średnie wieki i odrodzenie. 2 tomy. Kraków, 1900.

L. Finkel i St. Starzyński. Historya uniwersytetu lwowskiego. Lwów, 1894.

Zakłady uniwersyteckie w Krakowie, przyczynek do dziejów oświaty krajowej. Kraków, 1864. W tym artykuł KUCZYŃSKIEGO o gabinecie fizycznym, str. 288—345.

L. Klecki. Zakład fizyczny uniwersytetu Jagiellońskiego. Wiadom. matem. 2. Str. 41—58. 1898.

I. Zakrzewski. Zakład fizyczny uniwersytetu lwowskiego. Wiadom. matem. 3. Str. 155—168. 1899.

Referat Komisyi programowej Koła matem.-fizycznego, poprzedzony wstępem historycznym. Wiadom. matem. 15. 1911.

Zawiera uwagi o nauczaniu matematyki i fizyki od czasów Komisji Edukacyjnej wraz z wymienieniem podręczników, używanych aż do nowszych czasów.

F. Kucharzewski. O początkach piśmiennictwa technicznego w Polsce. Str. 55. Warszawa, 1900.

J. N. Franke. Mechanika teoretyczna, wyd. z zap. Kasy im. Mianowskiego. Warszawa, 1887. str. XXXI+645 (patrz str. 223).

We wstępie autor podaje krótki zarys rozwoju tej nauki w Polsce.

I. L. Cuvier. Historya nauk przyrodzonych, przełożona, i dodatkami do piśmiennictwa polskiego wzbogacona przez G. BELKEGO i ST. KREMERA. 5 tomów. Wilno, 1853—55.

F. Bentkowski. Historja literatury polskiej, 2 tomy, Warszawa, 1814.

W tomie II fizyka i chemja, str. 368—388.

M. Wiszniewski. Historja literatury polskiej. 10 tomów. Kraków, 1840—1857.

Nauki przyrodnicze, tom I, str. 450—459 i fizyka scholastyczna, tom IV, str. 122—183.

B. Biografje.

L. Wituski. O życiu i dziele optycznym Vitelliona. Poznań, 1870. str. 80.

W. Szokalski. Stanowisko naukowe Ciołka (Vitelliona) w średniowiecznej optyce. Ateneum 4, str. 379, 554. 1877.

Cl. Baeumker. Witelo, ein Philosoph und Naturforscher des 13 Jahrhunderts. Monasterz, 1908. Str. 686.

F. Kucharzewski. Witelio Ciołek i jego dzieło optyczne. Przyroda i przemysł. 1875. Str. 121—125.

A. Krzyżanowski. O życiu uczonem St. Solskiego. Str. 50, 4-o. Warszawa, 1822.

F. Kucharzewski. Jeszcze o perpetuum mobile. Wszechświat, 7. Przypomina »wynalazcę« perpetuum mobile, Stanisł. Solskiego, 1622—1701.

S. Dickstein. Korespondencya Kochańskiego i Leibniza. Prace matem.-fizyczne, t. XII, str. 225—278, 1901 i t. XIII, str. 237—283, 1902.

F. Kucharzewski. Statyka Kochańskiego. Odb. ze Sprawozd. Tow. Nauk Warsz. 1910, str. 321—339. Skład w księg. Wendego.

— De momentis gravium. Wiadom. matemat. 14, str. 197—304, 1910.

T. Żebrawski. Wiadomości o Adamie Kochańskim i pismach jego matematycznych. Str. 12 i tablica, Roczn. Tow. Nauk. Krak., t. 30, 1862.

S. Dickstein. Wiadomość o korespondencyi Kochańskiego z Leibnizem. Rozpr. Akad. Krak., t. 33, str. 1—9, 1898.

Z. Mysłakowski. O. Waleryan Magni i kontrowersya w sprawie odkrycia próżni (1638—1648). Rozpr. Akad. Krak. t. 11, str. 325—377, 1911.

Fr. Chłapowski. Życie i prace księdza Józefa Rogalińskiego. 2 tomy, Poznań, 1902—1905. Obszerny referat o tym dziele: Wiadom. matemat., t. 6, str. 118, 1902.

F. Kucharzewski. Inżynier polski Feliks Pancer i jego prace. Odbitka z Przegl. techn. Warszawa, 1908. Str. 18.

A. Wrzosek. Jędrzej Śniadecki. 2 tomy. Wyd. Akad. Krak. 1910. Śniadecki wprawdzie był chemikiem, ale potrąca też o fizykę, utrzymując np. wbrew Davy'emu i Rumfordowi, że ciecze i gazy są to połączenia chemiczne z cieplikiem. Patrz t. II, str. 317 i dalsze.

Br. Reichman. Pojęcie Jędrzeja Śniadeckiego o naturze ciepła. Pamiętnik II Zjazdu lek. i przyrodn. we Lwowie, 1875.

Sołtyk. Mowa na pamiątkę Józefa Osińskiego. Rocznik Towarzystwa Przyjaciół Nauk t. 4. Str. 12. 1807. Warszawa.

Nekrologi.

E. Dziewulski. Z. Wróblewski, Wszechświat, t. 7, str. 338—341, 353—358, 1888.

St. Kramsztyk. E. Dziewulski. Wszechświat, t. 8, str. 567—572, 1889.

H. Kadyi. T. Stanecki, Kosmos, t. 16, str. 25, 1891.

S. Dickstein. Wł. Kwietniewski, Wiad. matem., t. 7, str. 109, 1903.

I. Zakrzewski. W. Urbański, Wiad. matem., t. 8, str. 146—150, 1904.

M. Heilpern. St. Kramsztyk, Wiad. matem., t. 11, str. 73—80, 1907.

S. Dickstein. Wł. Gosiewski, Wiad. matem., t. 15, str. 275—282, 1911.

Wł. Natanson. A. Witkowski, Przegląd Polski, 1913, str. 8.

Wł. Natanson. A. Witkowski, Wiadom. mat., t. 17, str. 195—201, 1913.

St. Loria. A. Witkowski, »Czas«, 1913. Str. 17.

W. Grotowski. A. Witkowski. Wektor, 2, str. 449—462, 1913.

VII. Dzieła z zakresu dydaktyki Stopnia III.

Dydaktyczne i metodyczne kwestje, związane z wykładami wyższego poziomu, nie doczekały się dotychczas opracowania systematycznego. Dopiero od kilku lat rozpoczyna się żywszy ruch na polu dydaktyki uniwersyteckiej w zakresie nauk ścisłych, do czego się przyczyniły głównie usiłowania profesora Kleina w Gietyndze, skierowane ku wzajemnemu zbliżeniu abstrakcyjnej nauki matematyki i jej zastosowań. Czynność międzynarodowej komisji nauczania matematyki, założonej głównie za jego inicjatywą, jest skierowana przedewszystkim ku matematyce właściwej, ale ubocznie dotyczy także kwestji ważnych dla fizyki. Ogólnie odczuwa się wady dzisiejszego systemu nauczania uniwersyteckiego, który pogłębia rozdział między fizyką a matematyką, przedmiotami niedawno jeszcze tak blizko złączonemi. Matematyka rozwijała się w ostatnich czasach w kierunku abstrakcyjnym, bardzo dalekim od pola zastosowań w fizyce teoretycznej i w ślad zatym nauczanie jej na uniwersytecie jest zwykle tak prowadzone, jak gdyby chodziło wyłącznie o naukę abstrakcyjną. Uczniowie poświęcają matematyce dużo czasu i pracy, ale za mało nabywają biegłości w tych działach, które dla fizyki są najważniejsze, zapóźno przygotowują się do zrozumienia wykładów fizyki teoretycznej i nie umieją zastosować swoich wiadomości do rozwiązywania zagadnień specjalnych. Skargi te znalazły między innemi bardzo trafny wyraz w rozprawach:

L. N. G. Filon. The Relation of Mathematics and Physics. Special Reports on educational Subjects. Wyman and Sons. Londyn, 1911.

C. Runge. The Mathematical Training of the Physicists in the University.

Był to wykład autora na międzynarodowym kongresie matematycznym w Cambridge w r. 1912 i zawarty jest w rozprawach tego kongresu (Proceedings of the 5 intern. Congr. of Mathematicians).

Pewna poprawa w tych stosunkach może nastąpić przez wprowadzenie osobnych kursów »propedeutyki matematyki wyższej dla fizyków oraz przez pogłębienie praktycznych ćwiczeń seminaryjnych.

Inna kwestja dydaktyki uniwersyteckiej łączy się z zawodowym przygotowaniem przyszłych nauczycieli szkół średnich, które, zwłaszcza w związku z zaprowadzeniem ćwiczeń uczniowskich w szkołach średnich, wymaga pewnych reform systemu dotychczasowego. Co do niej, odsyłamy do uwag na str. 143, 282 i w Dziale informacyjnym, oraz do artykułów:

K. T. Fischer. Vorschläge zur Hochschulausbildung der Lehramtskandidaten für Physik. Teubner, 1907, oraz do licznych artykułów treści dydaktycznej, ogłoszonych przez szereg autorów (Schreber, Börnstein, Wiedemann, Konen, Fischer, Grimsehl i t. d.) w Zeitschrift für den physikalischen und chemischen Unterricht (patrz str. 323) oraz w czasopiśmie: Natur und Schule, Teubner, Lipsk. Przedmiotem tym zajmuje się także komisja reformy nauczania w zakresie nauk przyrodniczych, wybrana przez Towarzystwo lekarzy i przyrodników niemieckich, patrz:

A. Gutzmer. Tätigkeit der Unterrichtskommission der Gesellschaft deutscher Naturforscher und Ärzte. Gesamtbericht. Teubner, 1907. Cena m. 7.

— Die Tätigkeit d. deutsch. Ausschusses f. d. mathem. u. naturwiss. Unterricht in d. Jahren 1908—1913. Lipsk, Teubner, 1914. Cena m. 11.

Oprócz tego wskazać możemy artykuły treści dydaktycznej, zjawiające się czasem w angielskim czasopiśmie Nature, patrz str. 323.

VIII. Czasopisma naukowe.

Treść: Uwagi wstępne. — Bibljografja: *A.* Czasopisma polskie: *a)* naukowe, *b)* dydaktyczne, *c)* popularno-naukowe, *d)* techniczne. *B.* Czasopisma obce.

W fizyce, jak i w innych naukach ścisłych, czasopisma naukowe odgrywają pierwszorzędną rolę jako wydawnictwa, w których się ogniskuje cały postęp wiedzy. Dzieła, w książkowej formie wydane, służą przeważnie celom dydaktycznym: zawierają materjał już do pewnego stopnia przez sito krytyki przesiany i w systematyczną całość ułożony. Natomiast nowe pomysły teoretyczne, wiadomości o nowych badaniach doświadczalnych i nowych odkryciach, pojawiają się przedewszystkim w czasopismach naukowych. One odzwierciadlają prawdziwy ruch naukowy i one są najważniejszym środkiem naukowym dla każdego, kto chce brać czynny udział w nauce, lub kto pragnie swemi wiadomościami dotrzymać kroku ciągłym postępom. Do nich również musi się zwrócić, ktokolwiek chce nabyć pojęcia o istocie pracy naukowej i o dzisiejszych jej metodach.

Początkujący samouk nie może oczywiście zorjentować się w powodzi prac naukowych, wypełniających dzisiejsze czasopisma i nie może ich zrozumieć. Ale wszystkim, którzy zdobyli podstawowe wiadomości Stopnia III, polecamy najgoręcej studjowanie oryginalnych rozpraw naukowych, ogłaszanych w czasopismach. Jest to rzeczą niezmiernie pociągającą śledzić badania dobrych autorów. Niejeden czytelnik z pewnym zdziwieniem spostrzega, że nauka nie jest jakimś systemem abstrakcyjnym, danym ludzkości przez objawienie, lecz że jest

to wytwór ludzi takich, jak on sam. Czytelnik poznaje drogi, wiodące do zdobyczy naukowych, widzi, jakich błędów trzeba się wystrzegać i uczy się sposobu wysłowiania swych myśli w języku naukowym. Równocześnie kształci się jego zmysł krytyczny, wyrabia się samodzielność i nasuwają się pomysły do pracy własnej. Często także rozprawy oryginalne są łatwiej zrozumiałe niż dzieła systematyczne, wskutek tego właśnie, że są subjektywniej zabarwione.

Niestety, abonowanie choćby tylko ważniejszych publikacji tego rodzaju jest rzeczą bardzo kosztowną. Jest to obowiązkiem przedewszystkim bibljotek publicznych i wypada zwrócić uwagę zarządów tychże, że czasopisma naukowe są bez porównania cenniejszym i użyteczniejszym składnikiem bibljotek, niż podręczniki naukowe lub dzieła popularne.

BIBLJOGRAFJA.

A. Czasopisma polskie.

a) **naukowe.**

Najpoważniejszemi czasopismami, wchodzącemi w zakres fizyki, są oczywiście wydawnictwa Akademji Umiejętności w Krakowie, a mianowicie:

Rozprawy wydziału matematyczno-przyrodniczego Akad. Umiej. Dział A. (Nauki matematyczno-fizyczne). Księgarnia Spółki wydawniczej, Kraków. Gebethner i Wolff, Warszawa.

Na rok 1915 wyszedł tom XV serji 3-ej czyli ogólnego zbioru tom 55.

Bulletin international de l'Académie des sciences de Cracovie. Série A. Spółka wydawnicza. Kraków.

W jednym i w drugim wydawnictwie umieszczane są rozprawy naukowe z dziedziny matematyki, fizyki, astronomji, chemji, mineralogji i gieologji. Zazwyczaj autorowie drukują w Biuletynie obszerny tekst rozprawy w języku francuskim, niemiec-

kim lub angielskim, w Rozprawach zaś streszczenie tej samej rzeczy w języku polskim. Krótkie streszczenia, objaśniające przedmiot rozprawy, ukazują się równocześnie w miesięcznych Sprawozdaniach z czynności i posiedzeń Akademji (Spółka wydawnicza. Kraków). Sprawozdania te obejmują czynność wszystkich trzech wydziałów Akademji. Część ich, odnosząca się do nauk ścisłych, drukuje się również w Kosmosie.

Oprócz tych wydawnictw wymienić należy:

Sprawozdania z Towarzystwa Naukowego warszawskiego. Redaktor J. Tur. Warszawa.

Odzwierciadlają ruch naukowy, budzący się w ostatnich czasach w Warszawie i ogniskujący się w niedawno założonym Towarzystwie Naukowym. Dotychczas bardzo rzadko co prawda znajdujemy w nich jakieś przyczynki, wchodzące w zakres fizyki.

Żywą działalność w tym właśnie kierunku rozwijają natomiast:

Prace matematyczno-fizyczne. Wydaje S. Dickstein przy współudziale Wł. Natansona, J. Puzyny, M. Smoluchowskiego, K. Żorawskiego. Warszawa. Gebethner i Wolff.

Jest to rocznik, zawierający rozprawy naukowe z dziedziny matematyki i fizyki, czasami także i astronomji lub meteorologji. Ku uczczeniu prof. Witkowskiego zostały wydane nadliczbowe tomy 24, 25, zawierające bardzo cenne opracowania monograficzne różnych działów fizyki, pióra wybitniejszych specjalistów i dające tym samym pewien pogląd na kierunki pracy uczonych polskich i ich dorobek naukowy. W normalnym toku wydawnictwa przypada tom 27 na rok 1916.

Wiadomości matematyczne. Redaktor i wydawca S. Dickstein. Warszawa. Na rok 1916 ukazał się tom 21.

Rocznie wychodzi 6 zeszytów (cena rb. 3), zawierających prace o charakterze sprawozdawczym lub dydaktycznym, drobniejsze przyczynki naukowe z zakresu matematyki lub fizyki, sprawozdania z obserwatorjów meteorologicznych i astronomicznych, wiadomości bieżące; od r. 1906 do 1912 dołączane były sprawozdania z posiedzeń Koła matematyczno-fizycznego w Warszawie.

Kosmos. Czasopismo Polskiego towarzystwa przyrodników

imienia Kopernika. Redaktor St. Tołłoczko. Gubrynowicz, Lwów. Prenumerata k. 24 lub rb. 10.

Wychodzi w 12 zeszytach rocznie (rocznik 38-my na rok 1913). Zawierają one rozprawy naukowe przeważnie z zakresu opisowych nauk przyrodniczych, po części także artykuły, zwłaszcza o charakterze sprawozdawczym, z zakresu nauk ścisłych. Oprócz tego sprawozdania z bieżącej literatury naukowej, sprawozdania z posiedzeń Towarzystw naukowych i wiadomości bieżące.

Przyczynki naukowe z zakresu fizyki znajdują się również często w czasopismach działów pokrewnych:

Przegląd filozoficzny. Redaktor W. Weryho (do r. 1916), Warszawa (kwartalnik).

Chemik polski. Redaktor Br. Miklaszewski. Warszawa (dwutygodnik).

b) czasopisma dydaktyczne.

Wymieniamy przedewszystkim założone w r. 1911 czasopismo matematyczno-fizyczne:

Wektor. Redaktor W. Wojtowicz. Warszawa. 10 numerów rocznie. Prenumerata rb. 5.

Przeznaczone przedewszystkim dla nauczycieli szkół średnich, zawiera artykuły sprawozdawczo-naukowe, artykuły dydaktyczne, drobniejsze przyczynki naukowe, sprawozdania z literatury naukowej, z posiedzeń Koła mat.-fiz. w Warszawie i wiadomości bieżące.

Oprócz tego można znaleźć przyczynki ważne dla dydaktyki fizyki w czasopismach dydaktycznych specjalnych, jak np. Muzeum. Lwów. — Nowe tory. Warszawa. — Wychowanie. Warszawa.

c) czasopisma popularno-naukowe.

Wszechświat. Tygodnik poświęcony naukom przyrodniczym. Redaktor Bronisław Znatowicz. Warszawa. W r. 1914 wyszedł rocznik 33. Prenumerata rb. 10.

Czasopismo dobrze redagowane i zasługujące na większe niż dotychczas rozpowszechnienie. Artykuły są pisane w tonie przystępnym dla wykształconego ogółu.

d). **techniczne.**

Czasopisma te wchodzą w zakres niniejszego wykazu, gdyż zawierają często artykuły sprawozdawcze lub drobniejsze przyczynki naukowe.

Przegląd techniczny. Tygodnik poświęcony sprawom techniki i przemysłu. Redaktor ST. MANDUK. Warszawa.

Czasopismo techniczne. Lwów. Organ »Towarzystwa politechnicznego«. Dwutygodnik. Redaktor S. ŚWIEŻAWSKI.

B. Czasopisma obce.

Rozumie się samo przez się, że kto chce pozostać w styczności z współczesnym ruchem naukowym i chce czerpać ze źródeł twórczości naukowej, nie może się żadnym sposobem ograniczyć do tej małej cząstki, która przypada w udziale pismom polskim. Śledzenie bieżącej literatury zagranicznej w zakresie czasopism jest dla nas daleko ważniejsze, niż śledzenie literatury podręcznikowej. Wymieniamy kilka najważniejszych publikacji niemieckich, angielskich i francuskich tego rodzaju, bezwarunkowo potrzebnych każdemu pracownikowi naukowemu, choć i inne narody, zwłaszcza Holendrzy i Szwedzi, dostarczają ważnych wydawnictw naukowych.

Źródłowe prace naukowe z fizyki zamieszczają:

Annalen der Physik. 4-te Folge. Herausgegeben von W. WIEN, M. PLANCK. Ambrosius Barth, Lipsk. Rocznie wychodzą 3 tomy po 5 zeszytów; cena m. 54. W roku 1915 tomy: 46—47—48.

Physikalische Zeitschrift. Redigiert von H. TH. SIMON GÖTTINGEN. Wydawca Hirzel, Lipsk. Miesięcznie wychodzą 2 zeszyty. Prenumerata w Niemczech m. 30. W roku 1915 wyszedł rocznik 16.

Verhandlungen der Deutschen Physikalischen Gesellschaft. Vieweg, Brunświk.

Philosophical Magazine, miesięcznik redagowany przez komitet, składający się ze znanych uczonych: Sir O. LODGE, Sir J. J. THOMSON, J. JOLY, G. C. FOSTER, WILLIAM FRANCIS. Cena zeszytu szyl. $2^1/_2$; czasem wychodzą zeszyty podwójne.

Proceedings of the Royal Society of London. Series A. — Harrison and Son. Londyn.

Comptes rendus de l'Académie des Sciences. Gauthier-Villars, Paryż.

Journal de physique théorique et appliquée, publié par la Société française de physique. Paryż.

Wychodzi 12 zeszytów rocznie. W r. 1914 wyszedł tom IV, serji 5. Do tego istnieje spis rzeczy (Table analytique) dla tomów od r. 1872 do 1901.

Annales de physique. Masson, Paryż. Miesięcznik.

Dawniej wychodził wspólnie z działem chemicznym jako Annales de chimie et physique. Rozdział nastąpił z rokiem 1914.

Dla określenia charakteru tych publikacji zauważymy, co następuje: Annalen der Physik są najstarszym (od r. 1790) i najpoważniejszym czasopismem fizycznym w Niemczech. Zamieszczają ważne źródłowe rozprawy naukowe. Zwykle ciężko uczone i bardzo objętościowe, często przesadnie drobiazgowe. Do tego balastu przyczyniają się zwłaszcza częste dysertacje doktorskie. Physikalische Zeitschrift jest organem ruchliwszym, zamieszcza krótkie treściwe prace i notatki naukowe, jak również artykuły sprawozdawcze, tłumaczenia prac, ogłaszanych w innych językach, oraz sprawozdania bibljograficzne. Coraz wybitniejsze miejsce zajmują obok tych wydawnictw Verhandlungen d. D. Ph. G., zawierające najnowsze prace naukowe niemieckich autorów, ogniskujących się w niemieckim towarzystwie fizycznym.

Oba angielskie czasopisma odznaczają się nadzwyczajnym bogactwem treści z zakresu fizyki, a częściowo także pokrewnych dziedzin matematyki i chemji. Są pisane sposobem angielskim, t. zn. krótko i rzeczowo, a zawierają wielkie bogactwo myśli. Comptes rendus są oficjalnym organem Akademji paryskiej i zawierają wszystkie tej akademji przedstawione prace matematyczno-przyrodnicze, w streszczeniu często aż nazbyt krótkim. Często są to przyczynki i notatki o charakterze komunikatów tymczasowych. Obszerniejsze opracowania, w zaokrąglonej formie, bywają później ogłaszane

w Journal de physique lub Annales de physique. Pierwsze z nich zawiera oprócz tego bardzo krótkie i pobieżne streszczenia wszystkich prac, pojawiających się w innych większych czasopismach naukowych.

Oprócz tych czasopism, obejmujących cały zakres fizyki, wymieniamy jeszcze, jako najważniejsze, publikacje tych specjalnych gałęzi, których rozwój nadaje ton współczesnej nauce:

Le radium. Masson, Paryż. Prenumerata zagranicą fr. 32, na rok 1914 wyszedł tom 11. Miesięcznik dobrze redagowany, dający oprócz rozpraw oryginalnych z zakresu radjologji i elektroniki także sprawozdania z literatury bieżącej. Prace nadsyłać należy pod adresem redaktora J. Danne, 91 rue Denfert-Rochereau, Paryż.

Jahrbuch der Radioaktivität und Elektronik. Herausgegeben von J. Stark. Hirzel, Lipsk. Cena w Niemczech m. 20. Wychodzą 4 zeszyty rocznie, zawierające prace oryginalne, bardzo dobre artykuły sprawozdawcze i notatki bibljograficzne.

Zwracamy również uwagę na czasopisma pokrewnych dziedzin chemji, jak: Zeitschrift für physikalische Chemie, Zeitschrift für Elektrochemie i Zeitschrift für Kolloidchemie (patrz dział chemji).

Oprócz tych czasopism źródłowych niezbędne są czasopisma sprawozdawcze, które dają krótkie wyciągi z prac, pojawiających się w setkach innych publikacji, i umożliwiają tym sposobem orjentację wśród całej, olbrzymiej produkcji naukowej. W języku niemieckim wychodzą:

Beiblätter zu den Annalen der Physik. Barth, Lipsk, redaktor F. Harms; 24 zeszytów rocznie, cena m. 30. Na rok 1916 wychodzi tom 40.

Fortschritte der Physik, redigiert von K. Scheel. Vieweg, Brunświk.

Pierwsze z nich wyróżniają się szybkością czynności sprawozdawczej i dla tego są bardzo poszukiwane w naszych czasach gorączkowego pośpiechu. Drugie zaś ukazują się jako roczniki, zawierające materjał zupełniejszy i systematycznie uporządkowany, i z tego powodu ułatwiają bardzo poszukiwania literatury

w danym zakresie. Beiblätter służą zatym do informowania o literaturze bieżącego roku. Fortschritte są dogodniejsze, o ile chodzi o lata ubiegłe. Nieco podobnego zakroju jak Beiblätter, ale lepiej redagowane, są:

Science Abstracts, miesięcznik, obejmujący referaty z zakresu fizyki oraz elektrotechniki, wydawany z polecenia Physical Society. Redaktor W. R. Cooper, 82, Victoria St. Londyn S. W.

Nakoniec wypada nam jeszcze wspomnieć o najważniejszym niemieckim czasopiśmie dydaktycznym z zakresu fizyki, które gorąco polecamy, zwłaszcza wszystkim osobom, zajmującym się nauczaniem:

Zeitschrift für den physikalischen und chemischen Unterricht. Herausgegeben von F. Poske in Verbindung mit A. Höfler, O. Ohmann, H. Hahn. Springer, Berlin. Rocznie wychodzi 6 zeszytów; cena m. 12; na rok 1916 przypada tom 29. Istnieją szczegółowo opracowane skorowidze pierwszych dwudziestu roczników. Do najlepszych zaś czasopism popularno-naukowych o charakterze przyrodniczym, przynoszących często doskonałe artykuły z zakresu fizyki, należą angielski tygodnik: Nature (Macmillan, Londyn. Cena numeru $^1/_2$ szyl.), oraz niemiecki tygodnik: Die Naturwissenschaften (Springer, Berlin. Cena numeru $^1/_2$ m.).

Zestawienie tytułów kilkuset czasopism naukowych, wyłącznie albo też częściowo fizyce poświęconych, znaleźć można w Auerbach's Taschenbuch (patrz Dział informacyjny). Spis wszystkich tomów najważniejszych publikacji perjodycznych z tej dziedziny jest zawarty w tablicach Landolta i Börnsteina (patrz str. 328).

IX. Encyklopedje naukowe, tablice i dzieła bibljograficzne.

Treść: *A*. Encyklopedje fizyki. *B*. Tablice. *C*. Dzieła bibljograficzne i wskazówki do poszukiwań w literaturze naukowej.

A. Encyklopedje fizyki.

Książki, pisane w celach dydaktycznych oraz monografje naukowe, omawiane w bibljografji str 175—263, uwydatniają zwykle z pośród olbrzymiego materjału naukowego tylko pewne główne rysy, analizując gruntownie ich znaczenie i kreśląc tym sposobem przejrzysty obraz danego działu nauki, ażeby umożliwić czytającemu łatwiejsze jego objęcie. W przeciwieństwie do nich wielkie encyklopedje naukowe dążą przedewszystkim do jak najzupełniejszego wyczerpania materjału w danym zakresie. Nie należy ich używać jako podręczników do studjowania, gdyż początkujący straciłby orjentację wśród obfitości szczegółów i, gdyby nawet potrafił rzecz zrozumieć, nabrałby tylko ogromnej masy chaotycznych i powierzchownych informacji.

Dzieła takie oddają jednak wielkie usługi specjalistom, nauczycielom, badaczom, którzy posiadają już gruntowną znajomość ogólnych zarysów danej nauki, ale oczywiście nie potrafią nigdy poznać i zapamiętać wszystkich szczegółików. Również mogą być one nieocenioną pomocą dla studjujących, przy opracowywaniu specjalnych kwestji, do których szukają źródeł informacyjnych. Nawet jeżeli encyklopedja nie da informacji wystarczających, zwykle wskaże miejsce (dzieło lub czasopismo naukowe), gdzie je można znaleźć. Niestety wydawanie takich dzieł wymaga z konieczności dłuższego przygotowania i wskutek tego w chwili, gdy się ukazują w druku, już

często niektóre ich części są przestarzałe — nieunikniona konsekwencja gorączkowego rozwoju nauki.

Jako pomnikowe i jedyne w swym rodzaju wypada wymienić dwa dzieła:

A. Winkelmann. Handbuch der Physik. Wydanie 2. Barth, Lipsk. 6 tomów. 1905—1909. Cena m. 220.

T. 1. Fizyka ogólna. T. 2. Akustyka. T. 3. Ciepło. T. 4 i T. 5. Elektryczność i magnetyzm. T. 6. Optyka.

Jest to wydawnictwo zbiorowe, na które się złożyło 22 współpracowników, najobszerniejsze dziś z zakresu fizyki doświadczalnej. Wywody matematyczne zajmują miejsce drugorzędne. Podany jest tylko szkielet przewodnich myśli teoretycznych oraz rezultaty najważniejsze. Natomiast są wymienione wszystkie ważniejsze prace doświadczalne aż do ostatnich czasów i wyniki ich są przedstawione w sposób krytyczny. Wadą jest nierównomierność traktowania różnych działów, ale jest to wada nieunikniona wobec zbiorowego charakteru całego wydawnictwa.

Podobną rolę spełnia dla fizyki teoretycznej:

Encyklopädie der mathematischen Wissenschaften mit Einschluss ihrer Anwendungen. Herausgegeben im Auftrag der Akademien der Wissenschaften zu Göttingen, Leipzig, München und Wien, sowie unter Mitwirkung zahlreicher Fachgenossen. Teubner, Lipsk.

Encyklopedja ta, której wydawnictwo jeszcze nie jest ukończone, jest również dziełem zbiorowym, zakrojonym na wielką skalę. Tomy 1—3 obejmują właściwą matematykę wraz z gieometrją. Tom 6 — gieofizykę i astronomję. W zakres fizyki wchodzą: tom 4 — Mechanika (redaktor F. Klein i C. H. Müller) oraz tom 5 — Fizyka (redaktor A. Sommerfeld). Tomy te można nabyć oddzielnie. Cena każdego mniej więcej m. 80. To samo dzieło ukazuje się w opracowaniu francuskim:

Encyclopédie des sciences mathématiques pures et appliquées. Édition française, rédigée sous la direction de J. Molk. Teubner, Lipsk. Gauthier-Villars, Paryż. Redaktorem tomu 4 jest Appell, tomu 5 Langevin i Perrin.

Opracowanie francuskie przewyższa jeszcze na ogół oryginał niemiecki. Dla uniknięcia nieporozumienia zaznaczamy, że dzieło to pod względem układu nie jest encyklopedją w potocznym znaczeniu słowa, gdyż treść nie jest ułożona alfabetycznie, lecz systematycznie. Encyklopedja ta pod względem poziomu naukowego i gruntowności opracowania stoi jeszcze wyżej od Winkelmanna. Oba wydawnictwa, traktując dwie różne strony fizyki, uzupełniają się wzajemnie. Są to dzisiaj niezbędne źródła informacyjne dla każdego pracownika naukowego oraz studenta o nieco wyższych aspiracjach; powinny się znajdować w każdym większym księgozbiorze.

Stanowisko pośrednie, między podręcznikiem a dziełem encyklopedycznym, zajmuje dzieło Chwolsona, (p. str. 183) a po części również dzieło Müller-Pouilleta (p. str. 182). — Treściwe zebranie głównych zasad fizyki, zastosowań teorji i metod doświadczalnych znaleźć można w wychodzącym obecnie:

Repertorium der Physik von R. H. Weber u. R. Gans. Teubner, Lipsk, 1915. Wyszła dotychczas pierwsza część pierwszego tomu, zawierająca mechanikę wraz ze sprężystością, hidrodynamikę i akustykę. (Cena opr. m. 8). Rzecz bardzo użyteczna. Wymieniamy dalej encyklopedję jednej specjalnej gałęzi fizyki:

Handbuch der Elektrizität und des Magnetismus. 5 Bände. Herausgegeben von L. Graetz. Ambrosius Barth, Lipsk.

Nadzwyczaj gruntowne to dzieło, które niedawno zaczęło wychodzić w druku, ma zająć miejsce słynnego niegdyś, ale dzisiaj zupełnie przestarzałego Handbuch der Elektrizität Wiedemanna. Powstaje ono przy współpracownictwie kilkunastu autorów, specjalistów w zakresie elektryczności.

Kto szuka informacji w działach: termodynamiki, chemji fizycznej, elektrochemji i t. d., może się też posługiwać z korzyścią podobnemi encyklopedjami oraz słownikami naukowemi z zakresu chemji. Między innemi zwracamy uwagę na dzieło Jellinka, wymienione już na str. 205, oraz na kilkutomowy, wychodzący obecnie:

Handbuch der Arbeitsmethoden der anor-

ganischen Chemie. Herausgegeben von STÄHLER. Veit, Lipsk.

Z pośród słowników naukowych wypada wymienić, oprócz dzieł dawniejszych a dzisiaj zupełnie przestarzałych, na wielką skalę zakreślone:

Handwörterbuch der Naturwissenschaften. Fischer, Jena. Opracowane przez kilkuset autorów; zaczęło wychodzić w r. 1912. Całość, obliczona na 10 tomów, będzie zawierać opracowanie całego zakresu nauk przyrodniczych wraz z fizyką i psychologją doświadczalną, w formie słownikowo-encyklopedycznej.

B. Tablice.

Przy zagadnieniach specjalnych z zakresu fizyki, zwłaszcza przy pracach laboratoryjnych, daje się odczuwać potrzeba dzieł, zawierających dane liczbowe co do spółczynników, które występują w różnych prawach fizycznych i określają zachowywanie się różnych substancji (jak np. gęstość, współczynniki sprężystości, ciepło właściwe, temperatury topliwości, punkty wrzenia i t. d.). W języku polskim mamy, oprócz przestarzałego dziś dziełka EVERETTA, p. t. Jednostki i stałe fizyczne, przekł. J. J. BOGUSKIEGO, Kasa Mianowskiego, 1885, nowsze wydawnictwo tegoż rodzaju:

A. Witkowski. Tablice matematyczno-fizyczne. Nakładem redakcji Wiadomości matematycznych. Warszawa, 1904. Skład w księg. Wendego. Str. 158. Cena rb. 1 kop. 65.

Zawiera w pierwszej części bardzo praktycznie ułożone tablice logarytmiczne, gonjometryczne, oraz tablice innych funkcji matematycznych, często w fizyce potrzebnych (całek eliptycznych, funkcji Bessela, funkcji kulistych, całki prawdopodobieństwa). W drugiej części zawarte są tablice ważniejszych współczynników liczbowych, odnoszących się do fizyki i kosmografji. Jest to książka bardzo pożyteczna dla uczących się, a jeszcze bardziej dla nauczycieli, techników i inżynierów. Przy poszukiwaniach specjalnych, w pracach naukowych, przy których informacje, zawarte w tych tablicach, nie wystarczają, musimy się posługiwać następującemi dziełami obszernemi:

Landolt-Börnstein. Physikalisch-chemische Tabellen. Berlin, Springer. Wyd. 3. 1905. Cena m. 36.

Najobszerniejsze dzieło tego rodzaju, niezbędne dla specjalistów, które oprócz danych liczbowych z zakresu fizyki i chemji fizycznej, zawiera także nazwiska autorów i wskazówki bibljograficzne co do prac, z których liczby podane pochodzą. Dodany jest wykaz ważniejszych czasopism z tego zakresu nauki, z podaniem dokładnych tytułów, wyliczeniem wszystkich roczników i t. d. Nowe wydanie (4-te), które wyszło w r. 1912 (cena m. 56), opracowane po śmierci LANDOLTA przez R. BÖRNSTEINA i W. ROTHA, zawiera liczne uzupełnienia i poprawki. Gdy chodzi o pewną wielkość, mierzoną przez różnych obserwatorów, tablice te, zwłaszcza w wydaniu starszym, podają zazwyczaj wszystkie wyniki bez krytyki i pozostawiają czytelnikowi kłopot wyboru. Tymczasem dzieło zbiorowe, wydane przez francuskie Towarzystwo fizyczne:

H. Abraham et **P. Sacerdote.** Recueil de constantes physiques, Gauthier-Villars, Paryż, 1913, str. XVI+753, zawiera wyniki krytycznie opracowane i podane na odpowiedzialność autora specjalisty, który odpowiedni dział opracował.

Dziełem użytecznym o szczuplejszych rozmiarach jest:

Kaye and **Laby.** Tables of physical and chemical Constants and some mathematical Functions. Longmans Green and Co. Londyn, 1911. Str. 162. Cena szyl. 4½.

Specjalnie dla działu optyki przeznaczone jest dzieło, bardzo szczegółowe:

Dufet. Recueil de données numériques (optique), wydane przez Société française de physique. Paryż. 3 tomy. Cena fr. 45.

Zbieranie, katalogowanie i ujęcie w formę, do użytku wygodną, olbrzymiej ilości danych liczbowych, wynikających z badań doświadczalnych, co roku ogłaszanych, jest zadaniem ogromnego znaczenia dla nauki. Bez takiego inwentaryzowania olbrzymia część tej mrówczej pracy, dążącej do ujęcia zjawisk przyrodniczych w karby liczb, poszłaby na marne wśród powodzi czasopism i książek. Z tego powodu międzynarodowa komisja podjęła się z polecenia Związku Akademji Umiejętności opracowania wydawnictwa zbiorowego, którego jeden tom ma ukazywać się corocznie, począwszy od roku 1910, p. t.:

Tables annuelles des constantes et données numériques de chimie, physique et de technologie. Gauthier-Villars, Paryż. Akademische Verlagsgesellschaft, Lipsk. Zapisy na to dzieło

przyjmuje sekretarz gieneralny, Charles Marie, 98, rue du Cherche Midi, Paryż, któremu też przysyłać należy wszystkie prace, mające związek z tym przedmiotem.

Dla użytku przy pracach rachunkowych w zakresie fizyki wymieniamy jeszcze:

E. Jahnke und **F. Emde.** Funktionentafeln mit Formeln und Kurven. Teubner, Lipsk. 1909. Str. XII+176. Cena m. 6.

Jest to najobszerniejszy dzisiaj zbiór tablic matematycznych, wzorów i wykresów, odnoszących się do różnych funkcji, napotykanych w zastosowaniach matematyki wyższej do fizyki. Zawiera np. funkcję wykładniczą, funkcje hiperboliczne, sinus całkowy, logarytm całkowy, całki Fresnela, funkcje Gamma, całki prawdopodobieństwa, funkcję Pearsona, całki i funkcje eliptyczne, funkcje kuliste, funkcje Bessela. Rzecz ta ułatwia nadzwyczajnie obliczenia liczbowe i uprzystępnia fizykom i technikom owe funkcje w taki sam sposób, jak to w zakresie matematyki elementarnej czynią tablice logarytmiczne i gonjometryczne. Zresztą przyda się także i teoretykom poznać w sposób więcej naoczny funkcje, które zazwyczaj znają tylko na mocy ich definicji abstrakcyjno-teoretycznej.

Wreszcie wymieniamy oryginalne dzieło:

F. Auerbach. Physik in graphischen Darstellungen. Teubner, Lipsk, 1912. Cena opr. m. 10.

Pomysł dzieła jest bardzo szczęśliwy: prawa zasadnicze fizyki, jako umiejętności ścisłej, dają się ująć we wzory matematyczne, albo też dają się przedstawić graficznie. Ostatni sposób przemawia bezpośrednio do naszej wyobraźni. Z tego powodu autor podjął próbę systematycznego przedstawienia całego materjału fizyki za pomocą wykresów. Dzieło zawiera 1373 figur na 213 tablicach oraz 24 stron tekstu objaśniającego.

Według naszego zdania dobór materjału nie zawsze jest trafny; wypadałoby np. miejscami zrobić użytek z ulepszonych metod nomografji, a możnaby natomiast opuścić niejedną figurę banalną oraz przedstawienia graficzne współczynników różnych substancji. Wykresy takie nadają się świetnie do przedstawiania zależności różnych wielkości, zmieniających się w sposób ciągły, ale mała z nich korzyść, jeżeli służą do przedstawiania współczynników różnych, przypadkowo dobranych ciał (za pomocą konturu załamanego). Mimo te usterki trzeba uznać wysoką wartość dydaktyczną tego dzieła. Zresztą każdy fizyk z prawdziwą przyjemnością oglądać będzie owe figury. Są one dla niego tym, czym miła książka z obrazkami dla dziecka.

C. Dzieła bibljograficzne i wskazówki do poszukiwań w literaturze naukowej.

Od szeregu lat przygotowuje się staraniem Związku Akademji Umiejętności (zwłaszcza Royal Society w Londynie) wydanie bibljografji fizyki, jako części ogólnej bibljografji nauk przyrodniczych, w której opracowaniu udział bierze cały zastęp współpracowników. Dotychczas wyszła część tego dzieła, p. t. Royal Society Catalogue of Scientific Papers od 1800—1900. Volume II. Mechanics (zawierający 21295 tytułów) oraz Volume III. Physics. Part. 1. Generalities, heat, light, sound (zawierający 33344 tytułów, ogłoszonych w 1261 czasopismach). Praktyczna użyteczność tego olbrzymiego dzieła, dla celów bieżącej pracy naukowej, nie została jeszcze wypróbowana. Obawiamy się, czy ogrom materjału, dzisiaj w znacznej części zupełnie przestarzałego, i wynikająca stąd konieczność rozdzielenia go na wielką liczbę drobnych poddziałów nie utrudni dostępności tego katalogu. Będzie on niewątpliwie pomocą nieocenioną dla historyka nauki, ale fizyk, pragnący się poinformować co do jakiejś kwestji specjalnej, zwykle wcale nie jest ciekaw tytułów wszystkich prac, które wogóle w danym przedmiocie napisano (zwłaszcza że dla przestudjowania ich musiałby mieć do dyspozycji kolosalną bibljotekę), lecz pragnie poznać jedynie prace najważniejsze i najnowsze, które mają jeszcze znaczenie aktualne.

Kto takich informacji poszukuje, postąpi według naszego zdania najodpowiedniej, gdy:

1. Przejrzy Winkelmanna Handbuch der Physik (patrz str. 325, wydanie nowe), w braku tegoż, Chwolsona Lehrbuch der Physik (patrz str. 183), ewentualnie także, zwłaszcza w kwestjach techniki doświadczalnej, dzieło Müller-Pouilleta (patrz str. 182), jeżeli zaś chodzi o kwestję teoretyczną, odpowiedni dział Encyklopedji nauk matematycznych (patrz str. 325).

2. Nie powinien wszakże polegać bezwzględnie na informacjach podanych, lecz zapoznać się z ważniejszemi pracami tam wymienionemi. Znajdzie w nich z pewnością dalsze wska-

zówki bibljograficzne, których ważność zwykle już z tekstu potrafi ocenić. Jeżeli zresztą danej rzeczy nie ma pod ręką, czytelnik może sobie pewne zdanie o niej wyrobić, zanim się podejmie sprowadzenia odpowiedniego tomu czasopisma naukowego (za pośrednictwem miejscowej bibljoteki), przy pomocy specjalnych czasopism sprawozdawczych (patrz str. 322). Sprowadzaniem luźnych prac naukowych, dysertacji, rozpraw programowych, zajmuje się zwłaszcza księgarnia G. Focka w Lipsku.

3. Wreszcie chodzi o uzupełnienie uzyskanych informacji aż do chwili bieżącej. Do tego celu służą znów czasopisma sprawozdawcze, zwłaszcza Fortschritte der Physik są pod tym względem ogromnie pomocne, gdyż zawierają materjał, już przedmiotowo opracowany. Przejrzawszy roczniki tego czasopisma, od czasu wydania odpowiedniego tomu Winkelmanna aż do ostatniego roku, należy jeszcze skontrolować bibljografję ostatnich miesięcy, nie zawartą jeszcze w owych czasopismach sprawozdawczych. Do tego celu najlepiej posłuży specjalne wydawnictwo, przeznaczone do ogłaszania tytułów bieżącej literatury fizycznej:

Halbmonatliches Literaturverzeichniss der Fortschritte der Physik. Dargestellt von der Deutschen physikalischen Gesellschaft, redigiert von K. Scheel für reine Physik, R. Assmann für kosmische Physik. Abonament roczny m. 8.

Prace, mające być uwzględniane w tej bibljografji, należy nadsyłać do księgarni Viewega, Brunświk.

Jeżeli chodzi specjalnie o polskie prace naukowe, wszystkie powyższe sposoby często okażą się niedostatecznemi. Mamy jednak pod tym względem własne środki pomocnicze, gdyż od roku 1900 wychodzi:

Katalog literatury naukowej polskiej, wydawany przez Komisję bibljograficzną Wydziału matematyczno-przyrodniczego Akademji Umiejętności w Krakowie. Prenumerata roczna k. 3.

Jeżeli zaś chodzi o polską literaturę dydaktyczną, przydać się może:

A. Łaparewicz. Bibljografja nauczania przedmiotów matematyczno-fizycznych w zakresie śred-

n i m. Wiadom. matem. t. 14, str. 95—133, 1910. (Obejmuje okres czasu od r. 1897 do 1910).

W niektórych działach można sobie ułatwić poszukiwania bibljograficzne przez użycie obszernych monografji specjalnych, jak np. GRAETZ: Handbuch der Elektrizität, (p. str 326), LAMB: Hydrodynamics, LOVE: Elasticity, (p. str. 231), CURIE: Radioactivité lub MARX: Handbuch der Radiologie (p. str. 257). Zawsze należy jednak dbać starannie o odświeżenie informacji aż do chwili bieżącej. Drobna pod tym względem niedokładność pociąga często za sobą zmarnowanie pracy wielu miesięcy lub lat całych. O ile chodzi o przedmioty spokrewnione z radjologją, użyteczną okazuje się bibljografja perjodycznie umieszczana w Jahrbuch der Radioaktivität und Elektronik (patrz str. 322).

ZAKOŃCZENIE.

Kierunki i zagadnienia nauki dzisiejszej.

TREŚĆ:

1. *Gdzie szukać tematów nie opracowanych w fizyce?* Tematy do prac czysto eksperymentalnych. — Zagadnienia z zakresu »matematyki fizycznej«. — Najdonioślejsze badania związane z rozwojem teorji fizycznych.

2. *Rzut oka na obecną ewolucję fizyki teoretycznej.* Nastrój naukowy przed laty dwudziestu: pogarda atomistyki wskutek konfliktu z termodynamiką; zastój w rozwoju teorji elektryczności. — Nieoczekiwane odkrycia z lat 1895, 1896 i powstanie teorji elektronowej. — Rozwój jej i dalsze zagadnienia. — Znaczenie dla pokrewnych działów fizyki. — Odrodzenie teorji atomistyczno-kinetycznej. — Dalsze zadania w tym zakresie.

3. *Najaktualniejsze zagadnienia:* 1) teorja kwantów, 2) teorja względności i związane z nią badania nad podstawami mechaniki oraz nad teorją grawitacji. — Śmiałość dzisiejszych spekulacji teoretycznych.

---

1. Kto zdał maturę gimnazjalną albo egzamin nauczycielski, zwykle przypuszcza, że posiadł nietylko całą mądrość naukową, ale że nauka dopięła już swego celu ostatecznego, że wszystko już zbadała i żadnych dla niej niema tajemnic. Podobny jest do człowieka, któryby, przejechawszy wagonem luksusowym z Petersburga do Władywostoku, osądził na podstawie swych wrażeń ogólne stosunki w Syberji, jakie tam wygodne życie, jakie doskonałe komunikacje i t. d. Skąd pochodzą takie złudzenia o stanie nauki, łatwo wyjaśnić: Uczący się nie przyjrzał się pracom badaczy, lecz jedynie posiadł znajomość specjalnie ułożonych podręczników, które zawierały właśnie tylko wiadomości dostępne do zrozumienia i ułożone w piękny system; przy egzaminie stawiano mu pytania tylko z tego zakresu, nie poruszając zagadnień niewyjaśnionych. Wskutek tego dziwi się,

że do doktoratu wymagana jest samodzielna twórcza praca. Gdzież wogóle w fizyce znaleźć jakiś nowy nieopracowany jeszcze temat?

Dziwne zapytanie. Dla fizyka eksperymentalisty pole pracy pozostanie wiecznie niewyczerpane. Zwróciliśmy już dawniej uwagę na pewne zwłaszcza dziedziny, w których i dzisiaj jeszcze prawie zupełny brak dokładnych danych liczbowych. W analizie widmowej np. ograniczano się, od czasów odkryć Kirchhoffa i Bunsena aż do dziś dnia, niemal wyłącznie do oznaczania barwy czyli długości fal świetlnych, odpowiadających linjom widmowym. To są pomiary, dające się wykonać bardzo łatwo i z wielką dokładnością; nad liczbowemi jednak wartościami współczynników absorbcji i nad warunkami, które na tę wielkość wpływają (temperatura, gęstość) zaczęto zaledwie dziś dopiero zastanawiać się. Nawet słynne prawo Kirchhoffa, o związku emisji z absorbcją, opiera się do dziś dnia przeważnie na rozumowaniu teoretycznym i doświadczeniach jakościowych, ilościowa zaś kontrola była dotychczas zupełnie niedostateczna.

Podobnie w zakresie zjawisk fosforescencji i fluorescencji nie mamy do dziś dnia prawie żadnych oznaczeń ilościowych i wogóle bardzo mało wiemy o tych zjawiskach, a jakie tu ciekawe odkrycia czekają nas jeszcze, tego przykłady dają nam prace Becquerela, Lenarda, Wooda, Kowalskiego i t. d. Tu jest jeszcze pole dla zastosowania typowej indukcyjnej metody badania. Podobne dziedziny, mało jeszcze zbadane, są np.: współczynniki sprężystości kryształów, plastyczność ciał stałych, zależność lepkości cieczy od ciśnienia, określenie współczynników dyfuzji, ciśnienie pary nasyconej substancji małolotnych, napięcie powierzchowne na granicy różnych cieczy, zależność właściwości optycznych od temperatury i t. d.

Zresztą nie potrzeba wcale daleko szukać. Niech eksperymentator podejmie się oznaczenia jakiegokolwiek współczynnika fizycznego dla większej liczby substancji, dla których jeszcze wartość jego nie jest dokładnie znana. Niech bada zależność jego od temperatury, ciśnienia lub innych warunków w obszerniejszych granicach, niż to uczynili jego poprzednicy (wszak dzisiaj dostępne są dla badań doświadczalnych temperatury

od -271^0 aż do $+2000^0$), albo po prostu niech w swych oznaczeniach postara się o większą dokładność, niż jego poprzednicy. Będzie to przyczynek nowy, cegiełka do wykończenia całego gmachu.

Wogóle niema pomiaru w fizyce, któregoby nie było warto powtórzyć i któregoby nie można wykonać dokładniej, niż to dotychczas uczyniono. O to właśnie chodzi, żeby osiągnąć postęp w dokładności przez użycie lepszych metod, bo powtórzyć doświadczenie z mniejszą precyzją jest oczywiście pracą bezcelową. W tej myśli całe rzesze pracowników są zajęte zbieraniem wciąż nowego materjału naukowego z mrówczą skrzętnością, a coraz nowe wydania tablic współczynników i stałych fizycznych (str. 328) są świadectwem postępu na tym polu. Środków ku temu dostarcza doskonaląca się bezustannie technika naukowa i pod tym względem ostatnie czasy zaznaczyły się niejednym ważnym odkryciem, które ułatwia eksperymentatorom pracę i rozszerza granice dla niej dostępne (pompy Gädego; ewakuacja za pomocą węgla, oziębionego przez ciekłe powietrze; udostępnienie temperatury ciekłego wodoru i helu; ultramikroskop; mikrowaga Ramsaya i t. p.).

Trzeba wszakże przyznać, że wartość albo raczej ważność różnych takich pomiarów dla nauki jest oczywiście bardzo rozmaita. Nie chodzi bowiem o sporządzenie jakichkolwiek cegiełek, lecz takich, jakie właśnie przy budowie gmachu są pożądane. Doniosłość pracy doświadczalnej zależy nietylko od ścisłości pomiarów, lecz głównie od tego, czy wynik jest faktem izolowanym, czy też można z niego wyprowadzić wnioski ogólniejsze, czy rozstrzyga o wartości pewnej teorji i t. d. Miarodajna jest jednym słowem doniosłość teoretyczna doświadczenia, t. j. związek jego z fizyką teoretyczną. Dlatego też eksperymentalista, chcący pracować owocnie, musi śledzić bezustannie rozwój fizyki teoretycznej, bo ona powinna być dla niego przewodnikiem w doborze tematu pracy.

Przechodząc zatym do prac teoretycznych, wyróżnić możemy przedewszystkim jedną charakterystyczną kategorję badań: W różnych gałęziach fizyki podstawy teoretyczne są nam oddawna znane w postaci pewnych równań zasadniczych; ażeby

zaś specjalne zjawisko móc objaśnić, trzeba umieć zastosować do niego te równania, trzeba znaleźć rozwiązanie danego przykładu, i to zależy od umiejętnego przezwyciężenia większych lub mniejszych trudności matematycznych.

Tak np. ogólne zasady matematyczne teorji potencjału, rządzące rozdziałem elektryczności na powierzchni przewodników, są nam dokładnie znane od 100 lat blizko. Gdy jednak chodzi o pytanie, jak się rozdzieli elektryczność na ciele o danym gieometrycznie kształcie, stanowi to problemat matematyczny, który tylko w niewielu stosunkowo prostych przypadkach (kula, elipsoida, krążek, obręcz kołowa i t. p.) udało się dokładnie rozwiązać. Zastosowanie owych równań zasadniczych do coraz nowych przykładów, szukanie takich przypadków, gdzie rozwiązania potrafimy dokonać, wynajdywanie nowych metod rozwiązania, to jest obszerne, nigdy nie wyczerpujące się, pole pracy teoretycznej. Charakter jej jest czysto dedukcyjny, jest to po prostu matematyka, stosowana do fizyki.

Praca taka, bardzo zresztą pożyteczna, gdyż przez nią dopiero zasady ogólne stają się przydatne do użytku praktycznego, odbywała się w połowie wieku XIX głównie na polu teorji potencjału i związanej z nią hidrodynamiki cieczy idealnych. Obecnie także teorja fal elektromagnetycznych, teorja sprężystości i hidrodynamika cieczy lepkich doznaje coraz więcej wyczerpującego w ten sposób opracowania. Problematem aktualnym jest np. zbadanie matematyczne t. zw. ruchów kłębiących się (turbulente Flüssigkeitsbewegungen), pochodzących ze współdziałania bezwładności i lepkości cieczy. Te badania dopiero mogą kiedyś powiązać hidrodynamikę teoretyczną z t. zw. hidrauliką techniczną i umożliwić jej zastosowania praktyczne. Wspominaliśmy już o trudnościach matematycznych, występujących w tej dziedzinie, w której dopiero usiłowania Lorentza, Sommerfelda, Karmana, Oseena i innych wskazują drogę postępu, acz niewyraźną jeszcze.

Praca na polu tej »matematyki fizycznej«, o której rozmiarach obecnych świadczą np. dzieła Lamba, Love'a, oraz Encyklopedja matematyczna, musi się z czasem jeszcze rozrosnąć ogromnie i objąć wszystkie działy fizyki. Nie

wyczerpuje ona jednak zadania teorji i jakkolwiek bardzo pożyteczna, gdyż przez nią dopiero wyniki ogólne stają się dostępne dla użytku praktycznego, nie jest najwyższym szczeblem zadań teoretycznych. Jest to uprzystępnienie i wykończenie szczegółów, ale zasadniczo nowych myśli, nowych horyzontów badania tym sposobem się nie stworzy.

Praca twórcza na polu fizyki, w najwyższym znaczeniu słowa, polega na odkrywaniu zjawisk całkiem nowych oraz na stwarzaniu nowych teorji, oświetlających znane zjawiska z nowych punktów widzenia i wskazujących drogi dalszego badania. Badania takie są przywilejem umysłów twórczych, właściwych artystów w nauce, nie ograniczających się do gromadzenia cegiełek, ani do wykończania szczegółów ornamentacyjnych, lecz samodzielnie prowadzących budowę gmachu nauki. To są owe badania, które nauce nadają nowe kierunki, które stwarzają nowe prądy umysłowe i warunkują postęp myśli ludzkiej.

2. Jakież są kierunki, które w tych badaniach ujawniają się w dobie obecnej? Jakie są zagadnienia, dzisiaj dające się przewidzieć dla najbliższej przyszłości? Chcąc scharakteryzować krótko naczelny kierunek zawrotnego rozwoju fizyki teoretycznej w ciągu ostatnich lat 20-tu, trzeba go nazwać odrodzeniem atomistyki i rozszerzeniem jej zakresu na zjawiska elektryczne. Starajmy się wmyśleć się w atmosferę naukową fizyków w połowie ostatniego dziesiątka lat wieku ubiegłego. Panowała wówczas pewna stagnacja, nie pod względem pracy naukowej, ta wrzała jak zawsze, lecz pod względem idej, otwierających szersze horyzonty.

Teorja atomistyczno-kinetyczna, tłumacząca właściwości ciał na podstawie hipotez co do budowy ich z atomów, doszła do punktu martwego. Po wspaniałym rozwoju w rękach Clausiusa, Maxwella, Boltzmanna, po zadziwiających wprost zdobyczach, odniesionych w dziedzinie fizyki gazów, zdawało się, że płodność jej wyczerpała się. Zastosowanie do cieczy nie dawało wyników, trudności matematyczne uniemożliwiały wykończenie ścisłych rachunków, a bezwartościowość prymitywnych uproszczonych rozważań była oczywista. Przedewszystkim jed-

nak teorja ta weszła w poważny konflikt z zapatrywaniem termodynamiczno-energietycznym, gdyż według niej t. zw. druga zasada termodynamiki (twierdząca, że nie może istnieć perpetuum mobile »drugiego rodzaju«) nie byłaby ściśle ważna. Za autorytetem Ostwalda, Macha i innych (szkoła energietyków i fenomenalistów), którzy wierzyli w niewzruszoność termodynamiki i potępiali całą atomistykę jako nie naukową, dziecinną fantazję, poszła opinja ogółu i liczba zwolenników tejże stopniała do małego grona. Tak Boltzmann, w przedmowie do dzieła swego o teorji kinetycznej, skarży się, że teorja ta »wyszła z mody« i jako cel swego dzieła podaje »uratowanie od zapomnienia tego, co jest już znane«.

Termodynamika wówczas była kierunkiem panującym i święciła istotne tryumfy, co prawda nie tyle we właściwej fizyce, ile na pograniczu zjawisk chemicznych. Horstmann, Gibbs, Duhem, Van't Hoff, Planck, Nernst, Ostwald wskazali metody stosowania prawideł termodynamiki w dziedzinie roztworów oraz stanów równowagi chemicznej. Coraz wzrastająca falanga badaczy zajęła się systematyzowaniem i porządkowaniem chaotycznego do owego czasu materjału empirycznego oraz uzupełnianiem jego z tych punktów widzenia. Śledząc występowanie tych samych wszędzie rysów zasadniczych we wszystkich owych zjawiskach, zdołali oni ująć je w ramy jednolitej teorji termodynamicznej. I dzisiaj jeszcze ta metoda badania gromadzi coraz liczniejsze grono badaczy około pracy pogłębiania wiadomości dotychczasowych oraz rozszerzania zakresu nauki systematycznej na coraz to nowe zjawiska (np. struktura aljaży). Niema w tym może myśli zasadniczo nowych, ale dawne okazują się wciąż jeszcze użytecznemi i płodnemi.

W innych działach fizyki termodynamika nie odnosiła jednak takich powodzeń. Wobec zjawisk nieodwracalnych była bezsilna, a nawet we właściwym sobie zakresie działania pozostawiała zawsze pewne luki, — i musi je zawsze pozostawiać, gdyż dyktuje tylko ogólne formy praw fizycznych, indywidualne zaś różnice we właściwościach rozmaitych substancji musi przytym uważać za dane, nie usiłując wcale ich wytłumaczyć.

Także w dziedzinie elektryczności rozwój teorji ówczes-

nych doszedł do punktu martwego. Odkrycie fal elektrycznych przez HERTZA w r. 1887 zwróciło uwagę fizyków kontynentu na teorję MAXWELLA i dowiodło naocznie jej wyższości nad dawnemi teorjami elektryczności i magnetyzmu. Rozważania teoretyczne, jako też liczne dowody doświadczalne (prędkość światła, związek stałej dielektryczności ze współczynnikiem załamania, badania RUBENSA i HAGENA nad zdolnością odbijającą zwierciadeł metalicznych i t. d.) nie pozostawiały żadnej wątpliwości co do tego, że w teorji MAXWELLA tkwi jądro zdrowe, ale i to było oczywiste, że ta teorja jeszcze sprawy nie wyczerpuje, że wymaga jakiejś zmiany, czy jakiegoś uzupełnienia. Wszak np. zjawiska magnetyczne żelaza zupełnie w niej nie dały się pomieścić, zjawisko diamagnetyzmu pozostawało zagadkowe, optyczna dyspersja różnych ośrodków okazywała się sprzeczna ze wzorami elektromagnetycznej teorji światła.

Niektórzy odczuwali instynktownie, że w tych zjawiskach ujawniają się jakieś właściwości wewnętrznej budowy atomów substancji, których teorja MAXWELLA nie uwzględnia. Ale gdzie znaleźć klucz do rozwiązania tych tajemnic? Któżby zresztą śmiał zapuszczać się w takie spekulacje, kiedy nawet teorja atomistyczna stała się niegodną prawowiernego i szanującego się męża nauki! Precz z hipotezami! Górą nauka ścisła i trzeźwa! — to były hasła ton nadające.

Myśli, mające w tych kierunkach stworzyć zupełnie nowe drogi badań, były już gotowe, nawet po części były już wyraźnie wypowiedziane (CROOKES, HELMHOLTZ, J. J. THOMSON, H. A. LORENTZ), ale nikt nie miał odwagi oprzeć na nich nowych poglądów; nikt prawie nie rozumiał szerszego ich znaczenia. W tym przyszły trzy nieoczekiwane odkrycia, które wstrząsnęły światem pedantycznie ostrożnych uczonych, wskazując im naocznie, ile jeszcze jest rzeczy na tym świecie, których najbujniejsza fantazja nie przewiduje: promienie RÖNTGENA, 1895, promienie uranu, 1896, zjawisko ZEEMANNA, 1896, za nimi posypały się dalsze odkrycia w dziedzinie promieni katodowych, kanalikowych, promieniotwórczości i t. d. i coraz to śmielsze prace teoretyczne.

Zrozumiano wkrótce, że w tych doświadczeniach miało się pod ręką dowody jak najdobitniejsze budowy atomistycznej

elektryczności. LORENTZ wyjaśnił zjawisko ZEEMANNA w sposób nadzwyczajnie prosty, wskazując na wpływ pola magnetycznego na drgania elektronów, będące źródłem światła. Promienie katodowe zaś oraz promienie wysyłane przez ciała promieniotwórcze składają się właśnie z owych cząstek elektryczności, wyrzucanych z wielką prędkością przy rozbrajaniu elektryczności, czyli przy automatycznym rozpadaniu się atomów. Wreszcie promienie RÖNTGENA są to wstrząśnienia eteru, wywołane przez padanie owych elektronów na ciała materjalne.

Ujęcie tych zjawisk w formę matematyczną umożliwiło w prosty sposób obliczenie prędkości promieni katodowych i kanalikowych, na podstawie ich odchylenia przez siły magnetyczne i elektryczne, a wyniki obliczone zostały później stwierdzone przez nadzwyczaj pomysłowe bezpośrednie pomiary prędkości owych promieni (WIECHERT, DES COUDRES) i przez obliczenia na mocy t. zw. efektu DOPPLERA, odkrytego przez STARKA u promieni kanalikowych. Równocześnie gienjalna metoda THOMSONA i WILSONA obliczania nabojów elektronowych, na mocy doświadczeń nad opadaniem kropelek mgły, elektrycznie naładowanych, pozwoliła oznaczyć rząd wielkości tego naboju. Okazał się on identyczny z wartością, dającą się przewidzieć z porównania równoważnika elektrochemicznego z liczbą drobin gazowych, co oczywiście także wzmocniło znacznie zaufanie do teorji kinetycznej gazów.

W ścisłej łączności z utwierdzeniem podstaw doświadczalnych teorji elektronowej postępowało pogłębianie i rozszerzanie jej na inne zjawiska elektryczne lub optyczne, i elektronika okazała się tutaj tak nieomylnym przewodnikiem w badaniach, takie nowe perspektywy otwierała, nieoczekiwane przedtym związki wskazywała, łącząc wszystko w jednolitą organiczną całość, że w ciągu kilku lat jednomyślnie uznaną została jako owe długo szukane dopełnienie teorji MAXWELLA i atomistyki materji. Rozrost, który dzisiaj już osiągnęła, scharakteryzujemy, zaznaczając, że dzisiaj większa część prac, ogłaszanych przez pisma naukowe, odnosi się do elektroniki oraz dziedzin, z nią związanych.

A to wszystko są niewątpliwie dopiero początki obszerniejszej syntezy. Dotychczasowe zdobycze teorji elektronowej polegają bowiem wyłącznie na założeniu, że elektryczność ujemna składa się z cząstek elementarnych jednakowej wielkości, oraz na rozpatrywaniu warunków, pod któremi elektrony ujemne występują, jako związane, lub też jako swobodne, t. j. cząstki od materji oddzielone. Natomiast badania nad dodatnią elektrycznością są dopiero w zaczątku, a od nich przedewszystkim zależy obecnie rozszerzenie podstaw elektroniki, a co za tym idzie, wykończenie całej budowy teoretycznej.

Bardzo dziwnym, ale przez doświadczenia niezbicie stwierdzonym, faktem jest w tym wszystkim zasadnicza różnica właściwości elektryczności ujemnej a dodatniej. Wiemy dzisiaj, że przy najrozmaitszych zjawiskach powstają promienie katodowe, t. zn., że zostają wyrzucane swobodne, od atomów materji oddzielone elektrony, których masa jest tylko dwutysiączną częścią masy atomów wodoru. Kiedykolwiek zaś stwierdzamy istnienie analogicznych cząstek dodatnich, zawsze okazują się one złączone z atomami materjalnemi. W promieniach α są to atomy helu, w promieniach anodowych lub kanalikowych atomy materjału, z którego się składa anoda lub gaz otaczający, lub też cząstki inne, podobnego rzędu wielkości, których rozpoznawaniu J. J. Thomson poświęcił w ostatnich czasach nadzwyczajnie ciekawe badania. Pozostaje pytaniem, czy jest to związek nierozerwalny, czy też uda się kiedyś oddzielić elektrony dodatnie od atomów materjalnych, oraz w jaki wogóle sposób elektryczność dodatnia i ujemna biorą udział w budowie atomów.

Łączy się z tym przedmiotem także zagadkowa do dziś dnia kwestja, skąd pochodzi ułożenie linji w widmach pierwiastków, w owe »serje widmowe«, odkryte przez Balmera; łączy się z nim również kwestja t. z. charakterystycznych promieni Röntgena, dalej zagadnienia mechanizmu dyspersji światła, mechanizmu promieniowania, a także wielki problemat wartościowości chemicznej i systemu perjodycznego pierwiastków chemicznych. Nie brakło nawet prób rozwiązania tych zagadek, jak spekulacje nadzwyczajnie ciekawe J. J. Thomsona, Rutherforda, Starka, a w ostatnich czasach gienjalna hipoteza Bohra,

tworząca jakoby pomost z teorji elektronów do teorji kwantów. Zapewne, że z tych prowizorycznych spekulacji mało co się ostanie w dotychczasowej formie, przekonały one przecież sceptyków, że cel jest wogóle do osiągnięcia, że możemy się spodziewać w przyszłości wykrycia takiego mechanizmu podstawowego, który umożliwi syntezę, łączącą wszystkie te zjawiska [1]).

Po rozpatrzeniu tych badań podstawowych elektroniki, rzućmy okiem na zakres stosowania jej w różnych działach fizyki. Na pierwszym miejscu wymienić tu należy zjawiska rozbrojeń elektryczności w gazach, które też naodwrót elektronikę zbogaciły pierwszemi prawie namacalnemi dowodami. Już Faraday i Maxwell przepowiadali, że zjawiska te dostarczą kiedyś nauce elektryczności najważniejszych odkryć, ale przez pół wieku daremnie usiłowano je zrozumieć albo choć w głównych zarysach poznać ich prawa ilościowe. Na zupełnie błędnej drodze byli dawniej niemieccy badacze, zwłaszcza Hertz i Lenard, w swych zapatrywaniach na istotę promieni katodowych, uważając je za fale eteru. Na niewłaściwej drodze był początkowo też J. J. Thomson, kiedy szukał w gazach ścisłej analogji z przewodzeniem elektrolitycznym cieczy. Gdy jednak otrzymano klucz do rozwiązania tych zagadek w elektronice, połączonej z kinetyczną teorją gazów, w ciągu kilku lat cały zakres tych tak nadzwyczajnie różnorodnych zjawisk został w głównych zarysach zbadany i wyjaśniony, a to zwłaszcza dzięki pracom J. J. Thomsona i jego uczniów.

Jest to klasyczny przykład, wykazujący potęgę dobrej teorji, a niemoc usiłowań, pozbawionych podstaw teoretycznych. Stwierdzono mianowicie, że w niektórych z tych zjawisk (w gazach rozrzedzonych) przewodzenie elektryczności polega na ruchu elektronów swobodnych, w innych (przy normalnym ciśnieniu) na ruchu jonów, t. j. elektronów, związanych z drobinami czy też grupami drobin. Nauczono się odróżniać przewodzenie samoistne i nie samoistne; zbadano rozmiary, prędkości tych jonów,

---

[1]) Patrz bardzo ciekawy odczyt: J. J. Thomson. The Atomic Theory (Romanes Lecture). Oxford, 1914. Cena szyl. $1^1/_2$.

zjawiska ich rekombinacji, dyfuzji i t. d. Co najważniejsze, poznano też, że pozornie tak różne zjawiska jak przewodnictwo gazów, elektrolitów i metali, polegają w zasadzie na mechanizmie tego samego rodzaju, że istnieją tylko ilościowe, stopniowe różnice w czynnikach warunkujących te zjawiska. Główne linje wytyczne już zarysowują się wyraźnie, jakkolwiek pozostaje jeszcze ogromne pole pracy, w kierunku rozszerzania praw, poznanych w gazach, na inne ośrodki.

Do tego też działu należą owe cudowne doświadczenia, imponujące zarówno prostotą pomysłu, jak ścisłością wykonania, za pomocą których Amerykanin Millikan zdołał wydoskonalić dawną metodę Thomsona i Wilsona i określić naboje pojedyńczych elektronów. Pomiary owe wykazują, że naboje elektryczne występują tylko jako całkowite wielokrotności pewnego naboju elementarnego. Stanowią one tak dobitny dowód niepodzielności elektronów i dają tak dokładny sposób oznaczenia ich wielkości, jakiego nie posiadamy w dziedzinie atomistyki materji. Wogóle pojedyńcze elektrony nadają się, właśnie wskutek swego naboju elektrycznego, bez porównania łatwiej do indywidualnej obserwacji, niż atomy lub drobiny materji obojętnej, gdyż przez siły elektryczne można je wprawić w ruch dowolnie szybki.

Rozwój wiadomości o jonach gazowych dał równocześnie klucz do skuteczniejszego, niż dotychczas, prowadzenia badań nad elektrycznością atmosferyczną. Owe tajemnicze i żywiołowe objawy elektryczności, które ludy pierwotne uosobiały i ubóstwiały, które Franklin zdołał ujarzmić wolą ludzką, zaczynamy dzisiaj wreszcie rozumieć, dzięki tej nowej gałęzi nauki, łączącej fizykę z meteorologją.

Jeszcze donioślejszy w skutkach dla nauki jest rozwój badań nad promieniotwórczością, które dzisiaj wyodrębniają się jako nowa dziedzina nauki, pośrednia między elektroniką a chemją. Przypadkowe odkrycie promieni Becquerela, gienjalną, celową metodą osiągnięte odkrycie radu i polonu przez małżonków Curie, dziwaczne właściwości tych substancji, transformacja pierwiastków chemicznych, stwierdzona nawet bezpośrednio w wypadku wytwarzania się helu z radu, obecność tych substancji promieniotwórczych na całej kuli ziemskiej, związane

z tym problematy gieofizyczne, skutki fizjologiczne i lecznicze, liczenie cząstek wyrzuconych metodą scyntylacji, fotografowanie toru promieni, odkrycie promieni atomów odrzuconych (Recoil Rays), odkrycie izotopizmu pierwiastków — chyba żadna inna dziedzina nie przyniosła nam w kilku latach tyle sensacji naukowych. Cóż dziwnego, że eksploatacja tego pola nauki przyciąga coraz większy zastęp pracowników. Po części badania te należą do fizyki i posiadają tu znaczenie fundamentalne dla samej teorji elektronowej i dla teorji budowy materji; po części zaś, o ile mianowicie chodzi o zbadanie specjalnych właściwości różnych rodzajów atomów promieniotwórczych (rozróżniamy dzisiaj już przeszło 36 takich substancji), badania te mają charakter typowo chemiczny, tylko fizyczne metody mierzenia odgrywają w nich główną rolę.

Dla lepszego jeszcze scharakteryzowania doniosłości poglądów elektronowych, wystarczy może lakoniczne wyliczenie szeregu innych dziedzin fizyki, w których one znalazły i znajdują zastosowanie: Termoelektryczność, elektryczność kontaktu, paramagnetyzm i diamagnetyzm, zjawisko Halla i pokrewne z nim zjawiska, dyspersja i absorpcja światła, właściwości stanu metalicznego. W nich wszystkich okazały się one nieocenionym przewodnikiem badania i zdołały wyświetlić odnośne zjawiska choć częściowo, jakkolwiek w niejednym punkcie jeszcze występują trudności, pozostające w związku z zagadnieniem co do istoty elektryczności dodatniej, a zapewne także z tak zwaną teorją kwantów.

Zwróćmy jeszcze uwagę na stosunek jej do atomistyczno-kinetycznej teorji materji. Wspaniały rozwój elektroniki oddziałał silnie i na ową teorję. Nietylko wzmocnił wogóle zaufanie do atomistyki, ale dał sposobność bezpośredniego stwierdzenia wniosków, wypływających z teorji kinetycznej, w całym szeregu zjawisk z dziedziny przewodzenia elektryczności w gazach. Przebudziwszy się z chwilowego letargu, teorja kinetyczna okazała nową żywotność, nietylko przewidując szereg zjawisk dawniej nieznanych (przewodzenie ciepła w gazach rozrzedzonych, transpiracja gazów rozrzedzonych, siły radjometryczne), ale podejmując ze skutkiem rozstrzygnięcie dawnego

sporu z termodynamiką. Zwrócono wreszcie na to uwagę, że w t. zw. ruchach Browna (ruchach bezustannych, wykonywanych przez mikroskopijnie małe cząstki, zawieszone w cieczach lub gazach), mamy naoczny przykład ruchów drobinowych, że mamy tu przed oczyma istne »perpetuum mobile« [1]), co prawda, w mikroskopijnie małych rozmiarach. Wzory teoretyczne, wyprowadzone na tej podstawie, zostały świetnie stwierdzone przez staranne pomiary Perrin'a i jego współpracowników i dały równocześnie jeden z najściślejszych śród znanych dotychczas sposobów oznaczania liczby drobin.

Doniosłość tych badań polega po części na tym, że rzuciły nowe światło na dawny sporny problemat co do istoty zawiesin, roztworów koloidalnych i krystaloidalnych, wykazując identyczność praw zasadniczych i stopniowość przejść z jednej kategorji do drugiej. Tym samym nadały one nowy impuls badaniom na polu roztworów koloidalnych, które dzisiaj budzą największe zainteresowanie chemików. Dla samych zaś zasad fizyki najważniejsze jest to, że dowiodły one pewnej wyższości teorji kinetycznej nad termodynamiką. Pogląd termodynamiczny jest usprawiedliwiony i tworzy znakomite narzędzie badania, o ile chodzi o ogólne (makroskopijne) rysy zjawisk i zdarzenia przeciętne, najprawdopodobniejsze. Tam jednak, gdzie występują sprzeczności z teorją kinetyczną, w mikroskopijnych szczegółach zjawisk, w przypadkowych zboczeniach od normalnego przebiegu rzeczy, wyższość kinetyki jest dzisiaj niewątpliwie ustalona. Podobnie inne analogiczne zjawiska (np. opalescencja gazów) nabierają z tego punktu widzenia doniosłości zasadniczej.

Omawiane tu właśnie zjawiska są przypadkami specjalnemi, w których porównanie wniosków, z obu tych poglądów wypływających, łatwo daje się przeprowadzić. Cechą zaś wybitną termodynamiki jest całkiem ogólna forma jej twierdzeń. Zwolennicy teorji kinetycznej dążą zatym do wyprowadzenia analogicznych wniosków dla ogólnych »systemów mechanicznych«,

---

[1]) Jeżeli przez słowo to rozumiemy coś, co wiecznie porusza się. Nie jest to jednak, jak bliższe badania wykazują, przyrząd mogący służyć za bezustanne źródło pracy.

bez specjalnych założeń co do rodzaju drobin, sił międzydrobinowych i t. d. Zadanie to przyświeca jako cel t. zw. mechanice statystycznej. Najwyższy i najwięcej abstrakcyjny ten szczebel nauki, któremu Maxwell i Gibbs poświęcili najgłębsze swe badania, wszedł obecnie również w stadjum żywszego rozwoju, i można tu oczekiwać doniosłych, dla ogólnego naszego poglądu, wyników teoretycznych.

Do najważniejszych obecnie roztrząsanych, a po części już wyjaśnionych problematów teorji kinetyczno-atomistycznej należy rozszerzenie tej teorji na ciała stałe [1]). Do niedawna badania fizyki odnosiły się przeważnie do stanu gazowo-ciekłego, gdy tymczasem wiadomości nasze o własnościach ciał stałych są zadziwiająco niedostateczne. Pochodzi to stąd, że niejednorodność i krystaliczno-ziarnista struktura materjałów utrudnia tu bardzo otrzymanie ścisłych wyników doświadczalnych, z drugiej strony stąd, że owe proste założenia teoretyczne, które przyjmujemy w fizyce gazów, tutaj nie wystarczają. Pole do pracy, w zakresie fizyki ciał stałych, jest olbrzymie. Do dziś dnia nie potrafimy ściśle określić warunków, od których zależy pęknięcie czy złamanie materjału. Ledwie że rozpoczęto badania nad plastycznością ciał stałych. Posiadamy zaledwo kilka danych co do sprężystości kryształów. Sporne dotychczas, zasadnicze kwestje co do istoty struktury krystalicznej dopiero teraz się wyjaśniają, dzięki wspaniałej, nowo odkrytej metodzie badania, t. j. analizie widmowej za pomocą promieni Röntgena. Teorja kinetyczna ma tu wielkie zadanie do spełnienia, o wiele trudniejsze niż w fizyce gazów, gdyż w tej dziedzinie, jeszcze w wyższym stopniu niż w gazach, okazuje się potrzeba pewnej reformy w założeniach zasadniczych: potrzeba powiązania ich z teorją elektronową oraz z teorją kwantów, do której obecnie przechodzimy.

3. Współczesny kierunek w nauce, który nazwaliśmy »odrodzeniem atomistyki« pociągnął za sobą postawienie dwu zagadnień fundamentalnych, które dzisiaj nam przedstawiają się

---

[1]) Ciekawe przyczynki do tego problematu przynosi książka, przystępna wszakże tylko dla specjalistów: M. Born. Dynamik der Kristalgitter. Teubner. Lipsk, 1915. Cena opr. m. 7.60.

jako najaktualniejsze zadania przyszłości: teorji kwantów i zasady względności. Teorja kwantów daje się krótko, choć nie zupełnie ściśle, określić jako przeniesienie poglądów atomistycznych z materji i elektryczności na energję — pomysł, który się nasunął Planckowi i Einsteinowi w ciągu badań teoretycznych nad zjawiskami promieniowania. Chodziło w nich o dawny problemat: określenie natężenia promieni, wysyłanych przez ciało czarne o danej temperaturze, oraz określenie ich składu z promieni o różnych długościach fal. Ostateczne rozwiązanie tego problematu zawdzięczamy ścisłemu współdziałaniu i wzajemnej kontroli eksperymentatorów (Paschen, Lummer, Pringsheim, Kurlbaum) i teoretyków (Wien, lord Rayleigh, Planck). Do wyprowadzenia pewnych wniosków ogólnych co do tego problematu wystarczyły Wienowi twierdzenia termodynamiki wraz z założeniem, że promieniowanie cieplne i świetlne polega na falach elektromagnetycznych. Ażeby jednak dojść do wzoru zupełnego, okazało się rzeczą niezbędną, wprowadzenie rozważań statystycznych, wzorowanych zupełnie na teorji kinetycznej.

Planck przeniósł zatym, z teorji kinetycznej gazów na promieniowanie, ten sam wzór, jaki w niej wyraża związek między entropją i prawdopodobieństwem danego układu drobin. Ale trzeba było przytym uczynić jedno założenie, konieczne do wyprowadzenia właściwego, doświadczalnie stwierdzonego wzoru: że owe wibratory albo rezonatory atomowe, które wysyłają promienie, są w stanie przyjąć tylko całkowite wielokrotności pewnej minimalnej ilości energji, nie zaś ilości dowolne. Te minimalne kwanta energji zależą przytym od częstości drgań wibratora, mianowicie są do niej proporcjonalne. Wprowadza się zatym pojęcia atomistyczne w tę dziedzinę, ale nie można przecież mówić o »atomach energji«, gdyż wielkość tychże trzebaby przyjąć za zmienną, a mianowicie zależną od częstości drgań. Niezmiennym jest tylko iloraz owych ilości przez częstość drgań, który Planck i Einstein nazywają »Wirkungsquantum« albo »Wirkungselement«.

Gdyby zjawiska promieniowania były jedynym argumentem, wymagającym wprowadzenia tak dziwnych, z dotychczasową fizyką zupełnie nie powiązanych hipotez, teorja kwantów

może nie znalazłaby wielu zwolenników, jakkolwiek mimo usiłowań różnych autorów (H. A. LORENTZ, JEANS, POINCARÉ) nie udało się znaleźć innego wyjścia z tych trudności. Ale i liczne inne zjawiska wyjaśniają się z tego punktu widzenia, jak np. różne szczegóły z dziedziny zjawisk fotoelektrycznych, zwłaszcza zaś pewne, bardzo dziwne odkrycia z fizyki ciał stałych. Że ciepło właściwe ciał stałych spada do wartości znikomo małych, w temperaturach bardzo nizkich, że tak samo współczynnik rozszerzalności cieplnej maleje, to da się mianowicie przewidzieć w sposób prosty, na mocy pewnych rozważań, przyjmując teorję kwantów, nie dałoby zaś się pogodzić z poglądami dawnej teorji kinetycznej. Jeszcze wyraźniejsze wskazówki w tym samym kierunku daje odkrycie nagłego zmniejszania się ciepła właściwego wodoru w temperaturach niższych.

Teorja kwantów wiąże się tutaj również z teorją, wygłoszoną przed kilku laty przez NERNSTA i w nieco odmienny sposób sformułowaną przez PLANCKA (t. zw. »Wärmetheorem«), według której entropja ciała stałego powinna zdążać asymptotycznie do zera w blizkości temperatury —273°. Teorja NERNSTA została wygłoszona jako hipoteza, bez żadnego uzasadnienia, ale długi szereg wniosków, z niej wyprowadzonych w zakresie chemji fizycznej, zgadza się zadziwiająco dobrze z doświadczeniem, a co do właściwości ciał stałych w nizkich temperaturach prowadzi ona do podobnych konsekwencji, jak teorja kwantów.

Mamy tu więc niewątpliwie wyraźne empiryczne wskazówki, że teorja kwantów posiada uzasadnienie, jakkolwiek zasadniczych jej założeń nie zdołano jeszcze w żaden sposób pogodzić z przyjętemi powszechnie zasadami mechaniki i elektrodynamiki. Cała sprawa jest do dziś dnia najzupełniej zagadkowa. Skąd mianowicie może pochodzić niezmienność owych »kwantów działania«. Niektórzy przyjęli ją po prostu jako nowy postulat fizyki, nie troszcząc się o kwestję wytłumaczenia. Inni znów są zdania, że przyjęcie niezmienności i niepodzielności owych kwantów jest tylko hipotezą prowizoryczną, która przy bliższym zbadaniu mechanizmu promieniowania sprowadzi się do pewnych właściwości struktury atomów lub elektronów i będzie wymagać tylko pewnych zmian w zasadach fizyki, o ile odno-

szą się do wnętrza atomów. W każdym razie jesteśmy tu na tropie ważnych odkryć w dziedzinie promieniowania i wszelkich z tym związanych zjawisk, które będą miały zasadniczy wpływ na kierunek dalszego rozwoju fizyki [1]).

Całkiem odmienny, ogólniejszy charakter mają badania dzisiejsze w drugim z poprzednio wspomnianych kierunków: nad zasadą względności. Punktem wyjścia ich była znów teorja elektronowa. Według poglądu, tą nazwą określonego, wszelkie prądy elektryczne polegają na przenoszeniu się elektronów z miejsca na miejsce. Nasuwa się zatym pytanie, względem czego owe elektrony się przesuwają, wszak zawsze może być tylko mowa o ruchu względnym. Radzono sobie początkowo w ten sposób, że pojmowano ruch jako przesuwanie się względem eteru, uważanego jako ośrodek bezwzględnie nieruchomy.

Przy takim zaś założeniu przebieg niektórych zjawisk elektromagnetycznych, jak np. falowania świetlnego, musiałby zależeć od ruchu obserwatora w przestrzeni, wypełnionej eterem. Zjawiska takie musiałyby zmieniać się na kuli ziemskiej do pewnego stopnia w ciągu 24 godzin, potrzebnych do wykonania jednego obrotu ziemi. Tymczasem pomiary precyzyjne nad

---

[1]) Pragnący zorjentować się w problematach tego zakresu, dzisiaj tak aktualnych w fizyce, może nabrać pewnego pojęcia o przedmiocie z książek VALENTINERA (p. str. 210), a zwłaszcza z dzieła: P. LANGEVIN et M. DE BROGLIE. La Théorie du Rayonnement et les Quanta (Rapports du Congrès Solvay). Gauthier Villars. Paryż, 1912, wydanego również po niemiecku, wraz z dodatkiem uzupełniającym p. t.: EUCKEN. Die Theorie der Strahlung und die Quanten. Knapp, Halle, 1914. Do tegoż zakresu należą dzieła: K. JELLINEK. Physikalische Chemie der homogenen u. heterogenen Gasreaktionen unter besonderer Berücksichtigung der Strahlung und der Quantenlehre, sowie des Nernst'schem Theorems. Hirzel. Lipsk, 1913. Cena m. 30. — W. NERNST. The Theory of the Solid State. Hodder and Stoughton, Londyn, 1914. Cena szyl. 2½. — Vorträge über die kinetische Theorie der Materie und der Elektrizität von M. PLANCK, P. DEBYE, W. NERNST, M. v. SMOLUCHOWSKI, A. SOMMERFELD, H. A. LORENTZ. Teubner. Lipsk, 1914. — Znajdzie w tych dziełach także wskazówki bibljograficzne do dalszych poszukiwań. Ostrzegamy jednak, że jest to przedmiot trudny i pełne zrozumienie jego wymaga biegłości w fizyce teoretycznej, w zakresie »początków« i »podstaw« Stopnia III.

pewnego rodzaju interferencją promieni świetlnych, wykonane przez MICHELSONA, dały rezultat absolutnie ujemny: żadnego wpływu ruchu ziemi na sposób rozchodzenia się światła nie można wykazać, pomimo że metoda doświadczalna, użyta przez MICHELSONA, jest dostatecznie czułą, aby zjawisko takie wykazać, gdyby istniało.

Dla wytłumaczenia tego ujemnego wyniku H. A. LORENTZ musiał się uciec do hipotezy, że każde ciało, poruszające się względem eteru, zmienia automatycznie swoje rozmiary w kierunku ruchu, że doznaje pewnego skurczenia, w zależności od prędkości ruchu; natomiast EINSTEIN, idąc dalej tokiem myśli LORENTZA, wygłosił śmiałą hipotezę, że wogóle każde zjawisko fizyczne przebiega zawsze według jednakowych praw na wszystkich ciałach, które wzajemnie przesuwają się z prędkością jednostajną. Wskutek tego obserwator z przebiegu zjawiska fizycznego nigdy wnioskować nie może, czy ciało, na którym owo zjawisko odbywa się, porusza się lub nie.

Ujęcie matematyczne tej hipotezy połączył tenże autor z zasadniczą rewizją naszych pojęć o czasie i przestrzeni. On dopiero zwrócił uwagę na to, że dotychczas błędnie przyjmowano jednakowy przebieg czasu dla układów, będących w spoczynku i poruszających się, nie zastanawiając się wcale nad sposobem porównywania czasu; określając zaś w racjonalny sposób metody porównywania zegarów (na podstawie sygnałów świetlnych), dochodzi się do wniosku, że czas dla układu znajdującego się w ruchu będzie inaczej upływał, niż dla układu pozostającego w spoczynku (względem danego zegara), również miary długości będą różne w owych dwu układach.

Wydaje się to w pierwszej chwili tak dziwaczne i jest to tak sprzeczne z tradycyjnemi poglądami, że aż trudno się wmyśleć w znaczenie nowych określeń; ale do czegóżby się człowiek nie przyzwyczaił? W ciagu kilku lat wszyscy wybitniejsi badacze nauczyli się myśleć tym nowym sposobem i dziwią się dawniejszej swej ślepocie. A kto się nie nauczył jeszcze, ten się kryje wstydliwie i nie śmie oponować, bo nikt zaprzeczyć nie może logicznej ścisłości i wyższości nowych założeń.

Czy jednak owo doświadczenie MICHELSONA nie jest za

słabą podstawą faktyczną, żeby na niej opierać takie pełne doniosłości rozumowania? Doświadczenie to, wraz z szeregiem innych analogicznych (Trouton and Noble i t. d.), jest potężnym argumentem za teorją względności, nasze jednak zaufanie do niej pochodzi może raczej stąd, że łączy ona, jak to czynią wszystkie istotnie dobre teorje, różne oddzielne, po części zagadkowe zjawiska w ramy jednolitego poglądu, tym samym wyjaśnia je i otwiera niespodziewane, nowe perspektywy. Nietylko doświadczenie Michelsona, lecz również zjawisko aberracji światła, którego wytłumaczenie sprawiało nadzwyczajne trudności teorji undulacyjnej, doświadczenia Fresnela nad »unoszeniem« światła przez ciecze płynące, oraz zjawisko Dopplera wyjaśniają się, z punktu widzenia tej teorji, w nader prosty sposób.

Zasada ta stosuje się wogóle do wszelkich zjawisk związanych z ruchem, gdy tymczasem dla ciał nieruchomych nic nowego wypowiedzieć nie zdoła. Dawny problemat, znalezienia równań elektromagnetycznych, ważnych dla ciał poruszających się, który Hertz daremnie usiłował rozwiązać, a który następnie H. A. Lorentz potężnie posunął naprzód, znalazł w tej teorji swe rozwiązanie. Przedewszystkim zaś zjawiska mechaniki, właściwej nauki o ruchu, zostają tu oświetlone w sposób zasadniczo nowy. Z teorji elektronowej H. A. Lorentz wyprowadził wniosek, że prawa zwykłej, klasycznej mechaniki są tylko z przybliżeniem ważne dla ciał złożonych z elektronów, że przy bardzo wielkich prędkościach ruchu, pozorna masa takich ciał musi się okazać zależną od prędkości i że musi być odmienna dla sił, działających w kierunku ruchu, a w kierunku poprzecznym.

Wiadomo, że pomiary doświadczalne Kaufmanna, Buchenera, Hupki nad odchyleniem promieni katodowych, t. j. strumieni elektronów, nadzwyczajnie szybko poruszających się, dały istotne wyniki, potwierdzające te rozumowania, wskutek czego utwierdził się ów pogląd rewolucyjny na istotę praw mechaniki.

Wnioski te wypływały jednak z bardzo zawiłego obliczenia, opartego na równaniach teorji elektronowej, i podlegały jeszcze pewnym wątpliwościom co do ilościowej strony zjawisk

zależnie od specjalnych założeń o naturze elektronów. Tymczasem z punktu widzenia tej nowej teorji zmienność masy, zależnie od prędkości i kierunku siły, wynika w bardzo prosty sposób jako prawo ogólne, niezawisłe od teorji elektronowej. Wogóle teorja względności, jakkolwiek wyrosła na tle owej teorji, obecnie jest czymś zupełnie od niej niezależnym, jest teorją, przypominającą zasadę zachowania energji lub zasadę entropji, pod względem ogólności i doniosłości, wkracza jednak jeszcze głębiej w zasadnicze pojęcia fizyki, a nawet gieometrji.

W związku też z nią niektórzy uczeni (Einstein, Abraham i inni) zwrócili się na nowo do spekulacji nad jednym z największych, a przez długi czas już nietkniętym zagadnieniem, t. j. nad teorją grawitacji. Idzie zwłaszcza o kwestję, czy i w jaki sposób zjawiska grawitacji, które w fizyce dotychczas zajmują stanowisko zupełnie odrębne, dają się objąć ogólnym prawidłem zasady względności. Wspaniałą perspektywę pod tym względem otwierają ostatnie zwłaszcza badania Einsteina. Usilne dążenia uczonych są obecnie ku temu skierowane, żeby w tej dziedzinie wynaleźć sposób rozstrzygnięcia doświadczalnego wobec różnych, na pozór możliwych teorji grawitacji [1]).

Wogóle za mało jeszcze było sposobności do krytyki teoretycznej i kontroli doświadczalnej zasady względności; tyle jednak można powiedzieć, że jest to najżywszym pragnieniem świata uczonych, aby ona sprawdziła się i utrzymała. W tak znakomity bowiem sposób stwarza jednolitość i harmonijną prostotę tam, gdzie bez niej panowałaby chaotyczna komplikacja różnorodnych, niepowiązanych ze sobą zjawisk. Matematycy również do niej zapalili się, i prace Minkowskiego, nad uzmysłowieniem przebiegu zjawisk fizycznych w przestrzeni wielowymiarowej, otworzyły tu pole badań, nadzwyczajnie pociągające dla umysłów, zdolnych do wzniesienia się na wyżyny abstrakcji i znajdujących

[1]) Zajęcie się temi problematami wymaga bardzo gruntownych studjów przedwstępnych. Czytelnik znajdzie odpowiednie wskazówki w Bibljografji Stopnia III, w dziale, dotyczącym teorji względności.

upodobanie w harmonji i prostocie ogólnych symbolów matematycznych.

Wracając nakoniec do punktu wyjścia naszych rozważań, uprzytomnijmy sobie różnicę atmosfery naukowej dzisiaj a przed laty 20. Jakżeby się dziwili obecnym prądom w nauce owi, pedantycznie trzeźwi i ostrożni, albo raczej bojaźliwi uczeni, gdyby przebudzili się nagle w czasach dzisiejszych. Zwyciężyli w nauce romantycy! Z lekkim sercem burzymy czcigodne, tradycją uświęcone dogmaty, jak niezmienność pierwiastków chemicznych lub niewzruszoność zasad mechaniki, jeżeli nam wydają się nieodpowiednie. Wszak dzisiaj w teorjach fizycznych upatrujemy nie trwałą treść nauki, lecz raczej narzędzie badania.

Nikogo też nie razi śmiałość nowych teorji. Pozornie nawet najdziwaczniejsze pomysły przyjmujemy z entuzjazmem, jakby gienjalne objawienia, jeżeli się okazują pożytecznemi, jako drogowskazy w badaniach nowych, lub jeżeli ułatwiają syntezę znanych działów nauki. Nie znaczy to bynajmniej, by obecnie zwyciężyli bezkrytyczni fantaści. Kto nie wyszkolił się w ścisłym myśleniu matematycznym, kto nie przyzwyczaił się do precyzji w pracy doświadczalnej lub we wnioskowaniu logicznym, kto nie posiadł gruntownych wiadomości z całego obszaru fizyki, niech się trzyma zdaleka od twórczej pracy naukowej, bo fizyka pozostaje, jak była, pierwowzorem ścisłej nauki przyrodniczej.

DZIAŁ INFORMACYJNY.

1) Instytucje naukowe, zajmujące się fizyką.

Treść: *A.* Akademje i towarzystwa naukowe. *B.* Pracownie fizyczne. *C.* Muzea i pracownie, służące celom popularyzacji nauki. *D.* Kongresy fizyczne. *E.* Instytucje naukowe w Polsce.

A. Akademje i towarzystwa naukowe.

Ruch naukowy w wieku XVIII i XIX ogniskował się głównie w akademjach, t. j. korporacjach lub towarzystwach, mających jakiś specjalny autorytet oraz środki materjalne, a składających się z członków wybieralnych, któremi byli uczeni, pracujący w rozmaitych kierunkach, na całym obszarze nauk. Na polu nauk fizycznych pierwsze miejsce między niemi zajmowały niewątpliwie aż do ostatnich czasów paryska Akademja Umiejętności oraz Royal Society w Londynie. Akademja paryska sprawowała przez długi czas, w wieku XVIII i XIX, do pewnego stopnia urząd najwyższej instancji naukowej, powszechnie jako takiej uznawanej. Przyjęcie przez nią pracy do ogłoszenia, udzielenie przez nią nagrody, wybór na członka były to zaszczyty najwięcej cenione w świecie naukowym. Nieraz też zabierała głos rozstrzygający w spornych sprawach naukowych (np. uchwała z r. 1775 nieprzyjmowania projektów na perpetuum mobile).

Dzisiaj niema mowy o przewadze akademji paryskiej nad innemi tego rodzaju instytucjami, wogóle zaś akademje nie odgrywają już dawniejszej autorytatywnej roli w nauce, nie

roszczą sobie dzisiaj wcale pretensji do rozstrzygania kwestji naukowych, tylko rozwijają czynność, bardzo zresztą użyteczną a polegającą na publikowaniu nadesłanych prac naukowych, udzielaniu nagród, wspieraniu badań, jednym słowem, na organizowaniu pracy naukowej.

Na ogół jednak ruch naukowy przenosi się stopniowo coraz bardziej do prywatnych towarzystw naukowych, zajmujących się specjalnemi gałęziami wiedzy, nie zaś całym jej obszarem. Jest to zrozumiałe, gdyż postępująca wciąż specjalizacja oraz wzrastająca produkcja naukowa utrudniają coraz bardziej gromadzenie różnorodnego materjału w ramach jednolitej publikacji. Większe akademje były przeważnie zmuszone rozdzielić publikacje przyrodnicze na działy: matematyczno-fizyczny oraz biologiczny, tylko akademja paryska opiera się jeszcze tej inowacji, co nie wychodzi na korzyść jej niemożliwie przeładowanym Comptes rendus.

Porządkując instytucje te według roli, którą dzisiaj odgrywają na polu fizyki, należałoby je wymienić w następującym szeregu:

The Royal Society. Londyn. Założona w r. 1662 (około 500 członków), poświęcona jest wyłącznie naukom przyrodniczym i dzisiaj zajmuje się najwięcej fizyką wraz z gieofizyką, gieologją i astronomją, w mniejszym stopniu chemją i naukami biologicznemi. Rezyduje w Burlington House, Londyn. Wydaje bardzo cenne Philosophical Transactions, oraz Proceedings. Obecny przewodniczący: Sir Archibald Geikie. Pogląd na działalność daje: Yearbook of the Royal Society. Harrison, Londyn. Cena szyl. 5.

Académie des Sciences w Paryżu, założona 1636 przez Colberta. Tworzy dzisiaj oddział przyrodniczo-matematyczny odnowionego przez Napoleona Institut de France. Liczy 65 członków. Sekretarz gieneralny: Gaston Darboux.

Następują dalej akademje umiejętności, których siedziby są: Amsterdam, Berlin, Wiedeń, Monachjum, Gietynga, Lipsk, Petersburg, Sztokholm, Rzym i t. d.

Przechodząc do towarzystw prywatnych, poświęconych wyłącznie albo przeważnie fizyce, wymieniamy:

W Anglji:

Physical Society of London, w Imperial College of Science, South Kensington. Członkowie są wybieralni. Towarzystwo wydaje Proceedings oraz Science Abstracts.

Cambridge Philosophical Society. Uprawia nauki ścisłe oraz przyrodnicze opisowe, wydaje Proceedings oraz Transactions. Posiada bardzo bogatą i łatwo dostępną bibljotekę fachową: Philosophical Library w Cambridge. W zakresie fizyki Towarzystwo to nabrało znaczenia głównie dzięki działalności J. J. THOMSONA i jego szkoły.

We Francji:

Société française de physique, 44 rue des Rennes, Paryż. Jest to bardzo ruchliwe towarzystwo, liczące dzisiaj przeszło 1600 członków miejscowych i zagranicznych. Członkowie otrzymują bezpłatnie Journal de physique, oprócz tego krótkie streszczenia (Bulletins) wykładów, odbywających się 2 razy miesięcznie, wreszcie specjalne publikacje, bardzo wartościowe, wydawane czasami nakładem Towarzystwa. Składka roczna wynosi dla członków zagranicznych 20 fr. Zgłoszenia przyjmuje M. H. ABRAHAM, 45, rue d'Ulm. Co roku, w czasie Wielkiejnocy, Towarzystwo urządza wystawę przyrządów fizycznych, połączoną z odczytami i pokazami.

W Niemczech:

Deutsche Physikalische Gesellschaft. Berlin, Reichstagsufer 7. Przewodniczącym jest obecnie Prof. A. EINSTEIN, sekretarzem Dr. R. POHL. Wkładka dla członków zamiejscowych 10 marek. Towarzystwo to wydaje dla swych członków bezpłatnie Verhandlungen d. Deutsch. Physik. Gesell., cenne czasopismo naukowe, służące zwłaszcza niemieckim fizykom do umieszczania wiadomości przedwstępnych i mniejszych prac naukowych. Oprócz tego wydaje osobno: Literaturverzeichniss (patrz str. 331).

Jako znane Towarzystwo o dość osobliwym ustroju wymienimy jeszcze: The Royal Institution of Great Britain, Albemarle Street, Londyn.

Towarzystwo to zatrudnia kilku najprzedniejszych uczonych jako swych profesorów, a również korzysta z pomocy zaproszonych prelegientów. Słynne są ich wykłady (treści przeważnie przyrodniczej), przeznaczone dla publiczności niefachowej, a jednak utrzymane na wysokim poziomie naukowym; odgrywają one wielką rolę w życiu umysłowym wyższych sfer w Londynie. Streszczenia tych wykładów wychodzą w Proceedings.

W roku 1912 powstała jeszcze jedna instytucja, mająca na celu popieranie pracy naukowej przez udzielanie odpowiednich zasiłków na specjalne badania z dziedziny fizyki oraz chemji fizycznej:

Institut International de Physique Solvay, którego siedzibą jest Bruksela (Parc Léopold). Powstanie swe zawdzięcza szczodrobliwości przemysłowca Solvay'a.

B. Pracownie naukowe.

Oprócz pracowni, złączonych z uniwersytetami, istnieje szereg samodzielnych zakładów naukowych, poświęconych badaniom doświadczalnym na polu fizyki. Jako najstarszy zakład tego rodzaju wymieniamy:

Bureau international des poids et mesures w St. Cloud pod Paryżem, założone w r. 1875. Obecny dyrektor: R. Benoit. Zajmuje się głównie pracami naukowemi, związanemi z wprowadzeniem międzynarodowego systemu miar i wag oraz sprawdzaniem odpowiednich wzorców i przyrządów mierniczych. Wydaje Procès verbaux (sprawozdania z czynności) oraz Travaux et Mémoires (Gauthier-Villars, Paryż). Ostatnie zawierają cenne prace naukowe członków zakładu.

Physikalisch-technische Reichsanstalt w Charlottenburgu pod Berlinem. Została założona w r. 1887, zatrudnia dzisiaj koło 50 współpracowników naukowych. Prezesem dzisiejszym jest Warburg, poprzednikami jego byli Helmholtz i Kohlrausch.

Zadanie tego instytutu jest dwojakie:

1. Sprawdzanie precyzyjne przyrządów fizycznych i technicznych (podziałek, śrub, kół dzielonych, termometrów, baro-

metrów, indykatorów, mierniczych instrumentów elektrycznych, opornic, akumulatorów, ogniw normalnych), określanie współczynników rozszerzalności, właściwości magnetycznych różnych rodzajów żelaza i t. d.

2. Wykonywanie prac specjalnych nad wydoskonalaniem metod mierniczych, mogących znaleźć zastosowanie w technice, precyzyjne określanie jednostek, budowanie dokładnych przyrządów mierniczych. Łączy się z tym wreszcie trzecia gałąź działalności, która w nowszych czasach nabiera coraz większego znaczenia: Wykonywanie badań doświadczalnych, o celach czysto naukowych, zwłaszcza takich, które wymagają dużego nakładu środków materjalnych i dlatego nie dają się łatwo wykonać w instytutach uniwersyteckich.

Zakład ten przyczynił się nadzwyczajnie do podniesienia poziomu techniki fabrykacji przyrządów, a równocześnie położył wielkie zasługi dla nauki ogólnej przez badania takie, jak: ustalenie normalnej podziałki temperatury, pomiary ciepła właściwego gazów, badania nad promieniowaniem, prace nad ustaleniem jednostek elektrycznych i t. d. Kupując dzisiaj jakikolwiek przyrząd precyzyjny, można zażądać jego sprawdzenia w tym instytucie, za stosunkowo niewielką opłatą; posiada się wtedy zupełną gwarancję co do wartości jego wskazań. Instytut ten wydaje cenne Mitteilungen aus der Physik. Reichsanst. Bliższe informacje patrz:

E. Hagen und **K. Scheel.** Die Physik.-technische Reichsanst. Festschrift. Berlin, 1906 oraz:

Die Physik.-technische Reichsanst., 25 Jahre ihrer Tätigkeit. Sonderabdruck aus Die Naturwissenschaften, Springer, Berlin, 1913.

W innych krajach część czynności tego zakładu, odnoszącą się do sprawdzania przyrządów, załatwiają wspomniane poprzednio Bureaux des poids et mesures oraz Laboratoire central d'électricité (Paryż), Normaleichungskommission (Wiedeń), Bureau of Standards, Washington. W Anglji zaś, w Teddington koło Londynu, założono za przykładem powyższego instytutu podobny zakład p. t. The National Physical Laboratory, którego dyrektorem jest

R. T. Glazebrook, gdy ogólny nadzór wykonywa »Royal Society«. Odgrywa on również bardzo poważną rolę w technice i nauce, w kierunkach analogicznych, jak Physikalisch-technische Reichsanstalt; specjalnością jego są wprowadzone w ostatnich latach badania z zakresu budowy statków, aeronautyki, badania przypływu i odpływu morza. Oprócz tego został świeżo zaopatrzony w specjalne laboratorja dla celów metalurgji i optyki. Prace naukowe oraz roczne sprawozdania wychodzą jako Collected Researches oraz Annual Report. Amerykańskie Bureau of Standards także podejmuje od kilku lat prace naukowe w coraz szerszym zakresie.

Zakłady powyższe mają znaczenie dla świata uczonych dzięki badaniom tam wykonywanym, jak i ze względów praktycznych, jako instytuty, podejmujące się zadania, nadzwyczaj ważnego dla techniki pomiarów: sprawdzania przyrządów. Posiadają one wyłącznie pracowników, na stałe mianowanych, i nie są dostępne dla osób prywatnych, pragnących wykonywać samodzielne badania naukowe. Natomiast osoby takie, o ile ich kwalifikacja naukowa jest dostatecznie udowodniona poprzedniemi pracami naukowemi, mogą korzystać z następujących zakładów:

The Davy Faraday Research Laboratory, założone przed laty kilkunastu, kosztem bogatego przemysłowca Ludwika Monda. Dyrektorem jest obecnie Sir James Dewar. Zgłoszenia przyjmuje Assistant Secretary, Royal Institution, 21 Albemarle Street. Londyn.

Kaiser Wihelm Forschungsinstitut für Elektrochemie und physikalische Chemie. Założony w Dahlem pod Berlinem przez Towarzystwo popierania nauk, z inicjatywy cesarza Wilhelma. Rozpoczął niedawno dopiero swoją działalność. Dyrektorem został dawniejszy profesor elektrochemji w Karlsruhe F. Haber. Osoby o wybitniejszych kwalifikacjach mogą tam pracować jako wolontarjusze.

Institut für Radiumforschung. Wiedeń, IX. Boltzmanngasse, 3. Założone przed sześciu laty kosztem przemysłowca Kuppelwiesera. Instytut ten jest bogato zaopatrzony w przyrządy i stosunkowo olbrzymi zapas radu (3½ gr), pochodzący

z kopalni rządu austryjackiego w Jachimowie (Joachimsthal). Kierownikiem jest prof. St. Meyer.

Laboratoire d'essais des substances radioactives, w Gif (Seine et Oise), miejscowości odległej o 26 km. od Paryża. Zakład ten służy po części celom praktycznym (sprawdzanie przyrządów, oznaczanie substancji promieniotwórczych), po części zaś dydaktycznym i naukowym. Kto chce brać udział w zajęciach praktycznych lub zamierza wykonać badania specjalne, winien wnieść podanie pisemne (z wszelkiemi szczegółami co do osoby, rodzaju pracy, i t. d.) do dyrektora, którym obecnie jest Jacques Danne.

Oprócz tego istnieją w Paryżu, Heidelbergu, Manchesterze instytuty radjologiczne, połączone z uniwersytetami, które, tak samo, jak inne zakłady uniwersyteckie, są zazwyczaj bez wielkich trudności dostępne dla osób odpowiednio wykwalifikowanych. Bliższe szczegóły w rozdziale następnym, dotyczącym zakładów uniwersyteckich.

C. Muzea i pracownie, służące celom popularyzowania nauki.

Przez muzeum rozumiemy zazwyczaj, w przeciwstawieniu do pracowni, zbiór okazów, umieszczonych w gablotkach, na które zwiedzającemu wolno tylko patrzeć, nie dotykając ich. Tego rodzaju zbiory przyrządów fizycznych mogą mieć wartość historyczną, ale są bez wartości dla nauki i dla nauczania. Korzyść odniesie zwiedzający jedynie wtedy, jeżeli wolno mu używać przyrządów, albo przynajmniej obserwować ich funkcjonowanie. Dlatego też w najstarszym i może największym muzeum tego rodzaju:

South Kensington Museum w Londynie, prócz zbiorów o znaczeniu historycznym, znajduje się mnóstwo przyrządów i modeli, które zwiedzający przez naciśnięcie guzika, kręcenie korby i t. p. może wprowadzać w ruch. Przeważna część ich należy wprawdzie do dziedziny techniki raczej, niż nauki czystej, ale niemniej i fizyk odniesie wielką korzyść ze zwiedzania tych rozległych zbiorów. Pouczający jest też sam katalog, zawierający szczegółowe opisy przyrządów.

Jeszcze bardziej pouczający i do celów dydaktycznych lepiej dostosowany jest układ olbrzymich zbiorów w Deutsches Museum w Monachjum, którego zwiedzenie gorąco polecamy. Jako przewodnik do właściwego korzystania z niego w zakresie fizyki posłużyć może broszura:

Th. Link. Das deutsche Museum im Dienste des physikalischen Unterrichts. M. Keller, Monachjum, 1911. Str. 44. Cena fen. 80.

Popularyzacji nauki służą również pomysłowe urządzenia i przyrządy, pokazujące zasadnicze doświadczenia z zakresu fizyki, w Nowej Uranji w Berlinie. W Starej Uranji natomiast pruskie ministerstwo oświaty umieściło zakład specjalny: Naturwissenschaftliche Fortbildungsanstalt für Lehrer höherer Schulen (Invalidenstr. 57—62), którego celem jest urządzanie kursów uzupełniających dla kandydatów stanu nauczycielskiego oraz starszych nauczycieli szkół średnich. W zakres fizyki wchodzą kursy dwojakie: prowadzenie ćwiczeń uczniowskich (prof. H. HAHN) i wykonywanie doświadczeń pokazowych (prof. H. BOHN). Bardzo polecenia godny jest też kurs warsztatowy.

Popularyzacji wiedzy, albo raczej gruntowniejszemu kształceniu osób, którym wyższe szkolnictwo nie jest dostępne, służy w Wiedniu bardzo pożyteczna instytucja Volksheim, XVI, Koflerpark 7. Założona w. r. 1901 i zaopatrzona w pracownie fizyczne i chemiczne, w których odbywają się ćwiczenia doświadczalne. Bardzo liczne są instytucje tego rodzaju w Londynie (patrz str. 378).

D. Kongresy fizyczne.

Dotychczas odbył się tylko jeden międzynarodowy kongres fizyki, mianowicie w r. 1900 w Paryżu. Owocem jego są świetnie opracowane, trzytomowe Rapports du premier congrès international de physique (Gauthier-Villars, Paryż), które mają trwałą wartość naukową. Fizyka teoretyczna jest uwzględniana na międzynarodowych kongresach matematycznych, odbywających się co cztery lata (Zurych, Paryż, Heidelberg, Rzym, Cambridge). Mający się odbyć w r. 1916 kongres w Sztokholmie został odroczony z powodu wojny światowej.

Zresztą dla fizyki najważniejsze są doroczne angielskie Meetings of the British Association for the Advancement of Science. Asocjacja ta rozporządza bardzo znacznemi sumami, których używa dla popierania badań naukowych różnych rodzajów. Rozprawy ogłaszane na tych zebraniach wychodzą w bardzo cennych Reports.

Podobne są niemieckie Versammlungen deutscher Naturforscher und Ärzte. Zgromadzenia jedne i drugie odbywają się co roku w innej miejscowości, w sierpniu lub wrześniu. Fizyka jest tylko jedną z licznych gałęzi wiedzy, tam reprezentowanych, ale odczyty i dyskusje, odbywające się na nich, cieszą się dawno ustaloną sławą i rozlegają się głośnym echem w czasopismach naukowych. Dla pewnych gałęzi fizyki mają również znaczenie międzynarodowe »kongresy zimna«, dotyczące badań naukowych, związanych z nizkiemi temperaturami, oraz zastosowań technicznych, gospodarczych i lekarskich. Dalej międzynarodowe kongresy radjologji oraz pokrewnych dziedzin (Liège 1905, Bruksela 1910, Praga 1912).

E. Instytucje naukowe w Polsce.

Ogniskiem życia naukowego na polu fizyki, jako też innych nauk, jest oczywiście Akademja Umiejętności w Krakowie, przekształcona w r. 1873 z dawniejszego Towarzystwa Naukowego Krakowskiego. Wydział matematyczno-przyrodniczy Akademji wydaje najcenniejsze na tym polu polskie publikacje naukowe (patrz str. 317) i wspiera produkcję naukową przez wydawanie monografji specjalnych, udzielanie subwencji na badania, stypendjów celem kształcenia się naukowego oraz nagród, przeznaczonych przez różnych ofiarodawców na cele specjalne.

Fizyki częściowo dotyczy także działalność dwu specjalnych komisji Akademji, mianowicie: »Komisji bibljografji nauk matematycznych i przyrodniczych«, która ogłasza bibljografję (patrz str. 331), oraz »Komisji historji nauk matematyczno-przyrodniczych«. Roczne sprawozdania z ogólnej działalności Akademji wraz ze składem osobistym, przepisami fundacyjnemi i t. d. są zawarte w Roczniku Akademji.

Fundusze, znajdujące się w zarządzie Akademji, są bardzo znaczne, ale są to przeważnie fundacje, przeznaczone przez ofiarodawców na cele ściśle określone, zwłaszcza nagrody; natomiast fundusze, przeznaczone na pokrycie bieżących wydatków, kosztów wydawnictw, badań naukowych i t. d. są nadzwyczaj skromne, co jest główną przeszkodą w rozwijaniu szerszej działalności naukowej i podejmowaniu takich zadań, jakie spełniać mogą bogato wyposażone akademje zagraniczne.

Oprócz Akademji istnieją ogniska naukowe o więcej lokalnym znaczeniu. Na pierwszym miejscu wypada tutaj wymienić niedawno założone Towarzystwo Naukowe Warszawskie. Wydaje w cennych sprawozdaniach (patrz str. 318) prace naukowe, które zostały przedłożone na posiedzeniach Towarzystwa, a w ostatnich czasach rozpoczęło, dzięki hojności prywatnych ofiarodawców, akcję około zakładania pracowni naukowych, których brak dotychczasowy w Warszawie dotkliwie dawał się odczuwać. W zakres naszej nauki wchodzi pracownia radjologiczna, niedawno otwarta, którą się opiekuje pani Curie-Skłodowska.

Nader doniosłą działalność w kierunku materjalnego popierania badań naukowych (na wszystkich polach) rozwija również czerpiąca swe środki z zapisów prywatnych Kasa im. Mianowskiego (Biuro: Marszałkowska 74, Warszawa). Działalność ta polega na popieraniu pracy naukowej jednostek, którym przyznawane są zapomogi na badania, oraz na czynności wydawniczej. Znaczna część naszych podręczników na polu fizyki zawdzięcza jej swe powstanie. Ofiarność prywatna musi tutaj spełniać zadania, które gdzieindziej powierzone są instytucjom publicznym i rządowym.

Wypada również wymienić młode a ruchliwe towarzystwo o kierunku wyłącznie matematyczno-fizycznym: Koło matematyczno-fizyczne (Przewodniczący L. Zarzecki), którego posiedzenia jednoczą nauczycieli oraz pracowników naukowych i dają sposobność do ożywionej dyskusji w różnych kwestjach dydaktycznych i naukowych (Sprawozdania z posiedzeń od r. 1906 do 1912 w Wiadomościach matematycznych, później w Wektorze).

Ze szczególnym uznaniem należy podnieść działalność Koła w kierunku tworzenia wzorowej szkolnej pracowni fizycznej. Pracownia obecnie tam istniejąca (Krak. Przedm. 66) i pozostająca pod kierownictwem W. WERNERA jest zakładem o wielkiej doniosłości dydaktycznej, który wypełnia w szkolnictwie prywatnym dotkliwą lukę i w wyższym stopniu jeszcze, niż obecnie, powinien być wyzyskiwany przez szkoły prywatne i przez samouków. Pracownia ta służy do udzielania doświadczalnej nauki fizyki (na Stopniu II), na podstawie własnoręcznie przez uczniów przerabianych ćwiczeń (patrz str. 69, 98, 144). Z drugiej strony daje nauczycielom wskazówki praktyczne co do sposobu prowadzenia ćwiczeń szkolnych, informacje co do nabywania przyrządów fizycznych i t. d.

P r a c o w n i a f i z y c z n a w M u z e u m p r z e m y s ł u i r o l n i c t w a. Warszawa, Krakowskie Przedmieście 66. Istniała od r. 1887 do 1895, pod kierownictwem prof. J. J. BOGUSKIEGO. Została zamknięta z powodu braku środków, na nowo otwarta w r. 1905, pozostaje obecnie pod kierownictwem ST. KALINOWSKIEGO. Zakres działania jej [1]) jest nieco odmienny od poprzednio wymienionej instytucji. Spełnia ona przeważnie funkcje naukowego zakładu cechowniczego (sprawdzanie termometrów, barometrów, instrumentów elektrycznych i t. p.), umożliwia jednak także wykonywanie doświadczalnych prac naukowych z zakresu fizyki. Obecny kierownik dokłada wielkich starań, aby w krajach polskich były systematycznie prowadzone badania magnetyzmu ziemskiego i stworzył, głównie dzięki poparciu Kasy im. Mianowskiego, specjalnie temu celowi poświęcone O b s e r w a t o r j u m m a g n e t y c z n e, w Świdrze pod Warszawą.

Fizyka wchodzi, jako jedna z gałęzi nauk przyrodniczych, również w zakres jedynego polskiego towarzystwa ogólno-przyrodniczego, którego siedzibą jest Lwów. Jest to P o l s k i e T o w a r z y s t w o p r z y r o d n i k ó w i m. K o p e r n i k a, założone

---

[1]) Patrz: ST. KALINOWSKI. D z i a ł a l n o ś ć p r a c o w n i f i z y c z n e j M. P. i R. 1905—1907. Warszawa, 1908.

— D z i e s i ę c i o l e c i e p r a c o w n i f i z y c z e j M. P. i R. Warszawa, 1915 (odbitka z »Wektora«).

w r. 1873. Posiada oddział w Krakowie oraz licznych członków poza obrębem Galicji. Wydaje czasopismo Kosmos (patrz str. 318). W celu ściślejszego pielęgnowania nauk fizyczno-matematycznych zawiązało się w obrębie tegoż towarzystwa we Lwowie Kółko matematyczno-fizyczne. Przygotowuje się także w Krakowie i Lwowie zawiązanie Polskiego Towarzystwa chemiczno-fizycznego, które będzie poświęcone pielęgnowaniu tych nauk, jak też i sprawom zawodowym chemików i fizyków.

Jedyne kongresy, mające znaczenie dla fizyki na ziemiach polskich, są Zjazdy lekarzy i przyrodników polskich, urządzane przez stałą Delegację, zwykle co 4 lata (X zjazd Lwów, 1907, XI zjazd Kraków, 1911). Są one nader cenną instytucją, ułatwiającą osobistą styczność pracowników naukowych z różnych dzielnic, wzajemne informowanie się o badaniach naukowych, oraz dyskutowanie kwestji ogólniejszych. Fizyka tworzy na nich osobną sekcję; streszczenia wykładów ogłaszane są w Sprawozdaniach.

2) Uniwersytety.

Treść: *a)* Uniwersytety polskie, *b)* niemieckie, szwajcarskie, holenderskie, *c)* francuskie, *d)* angielskie.

Poziom Stopnia III nauki można ogólnikowo określić jako nauczanie uniwersyteckie, choć między wykładami uniwersyteckiemi znajdują się także takie, które właściwie odpowiadają stopniowi II, np. wykłady fizyki dla medyków i farmaceutów. Dla tego wypada nam dać pewne wskazówki co do organizacji oraz najodpowiedniejszego ułożenia sobie studjów uniwersyteckich.

a) Uniwersytety polskie.

Warszawa.

Uniwersytet warszawski nie odgrywał w ostatnich latach wskutek znanych stosunków miejscowych wybitniejszej roli w naszym społeczeństwie, gdyż stał się instytucją nam obcą, a nawet wrogą, pod względem naukowym stał na poziomie bardzo niskim. Obecnie jednak, skoro dzięki wypadkom wojenno-politycznym wskrzeszony został jako uniwersytet polski, niewątpliwie wysunie się na przednie miejsce, jakie zajmował za czasów Szkoły Głównej, i z czasem będzie nadawał kierunek naszemu życiu naukowemu. W tej chwili, kiedy organizacja [1]) jego dopiero została rozpoczęta, niepodobna podawać wskazówek szczegółowych, co do tej uczelni musimy więc ograniczyć się do podkreślenia radosnego faktu jej powstania.

Wobec braku uniwersytetu polskiego w ostatnich latach, tym ważniejszą była działalność dydaktyczna, jaką w Warsza-

[1]) Organizacją nauczania fizyki zajmuje się prof. J. Kowalski z Fryburga.

wie rozwijało Towarzystwo kursów naukowych. Instytucja ta i nadal spełniać może misję o wielkiej doniosłości, zwłaszcza wobec osób, dla których uniwersytet nie jest dostępny, i które w wyższej mierze niż inne na miano »samouków« zasługują. Sekcja przyrodnicza urządza dla osób, posiadających przygotowanie 6 klas szkoły średniej, systematyczne kursy (częściowo połączone z seminarjami i ćwiczeniami praktycznemi), które się dzielą na dwie grupy, odpowiadające nauce dwuletniej: a) przedmioty podstawowe, b) przedmioty specjalne. Kursy wieczorne dla techników, urządzane przez »Sekcję techniczną«, zawierają w programie swym także wykłady fizyki i mechaniki.

Kursy te, w których prelegienci dążą do osiągnięcia poziomu uniwersyteckiego, są pomocą nieocenioną dla takich samouków. Pragniemy, aby instytucja ta z czasem rozwinęła się do tego stopnia, by dla szerszych kół mogła zastąpić początkowe nauczanie uniwersyteckie, jak to czynią np. różne podobne zakłady w Londynie. Zależy to w znacznej mierze od żywego i konsekwentnego udziału społeczeństwa; idzie tu nietylko o zapisanie się na kursy, lecz, co znacznie trudniejsze, o konsekwentne uczęszczanie i współpracownictwo, gdyż dorywcza nauka jest zupełnie bezwartościowa. Kancelarja kursów mieści się przy ul. Włodzimierskiej 3, w gmachu Stowarzyszenia techników.

Wypada także wspomnieć o politechnice warszawskiej, jakkolwiek zresztą zakłady politechniczne wogóle nie wchodzą do planu niniejszego sprawozdania; mieści się tam piękna, przez prof. W. Biernackiego na europejską skalę urządzona i świetnie wyposażona pracownia fizyczna, która służyć może nietylko do ćwiczeń natury dydaktycznej, lecz także do poważnych prac naukowych.

Kraków i Lwów.

Uniwersytet krakowski i lwowski, przez długi szereg lat funkcjonujące, jako jedyne dwa polskie uniwersytety, są wzorowane (jak i inne uniwersytety państwa austryjackiego) na organizacji uniwersytetów niemieckich, której cechą charakterystyczną jest zupełna swoboda ucznia w wyborze wykładów i sposobie korzystania z nich. Stosuje się to zwłaszcza do wydziału filozo-

ficznego, w którego zakres wchodzi nauka fizyki wyższej. Zapisać się można na ten wydział na słuchacza zwyczajnego, na mocy świadectwa dojrzałości gimnazjum austryjackiego (z łaciną) lub zakładów zagranicznych, uznanych za równorzędne, do których należą także niektóre średnie szkoły prywatne w Królestwie.

Zapisawszy się na wykłady, wolno się uczyć albo też nic nie robić, gdyż niema egzaminów kursowych na tym wydziale i wogóle niema podziałów na kursy, z drugiej zaś strony studjowanie przez dowolny przeciąg lat samo przez się nie daje żadnych specjalnych praw ani korzyści. Myślą przewodnią organizacji jest pojęcie, że uniwersytet jest zakładem przeznaczonym dla uczniów dojrzałych i oddających się nauce z pobudek czysto idealistycznych.

Podczas kończenia 8-go półrocza można przystąpić do egzaminu doktorskiego. Trzeba przedłożyć samodzielnie wykonaną rozprawę naukową czyli »dysertację« (nie może to być kompilacja lub praca sprawozdawcza, lecz musi być istotnie nowy przyczynek do nauki). Po jej przyjęciu składa się w dowolnym porządku 2 egzaminy czyli rygoroza. Jeżeli chodzi o pracę z zakresu fizyki, przedmiotem głównego rygorozum (dwugodzinnego) jest zazwyczaj fizyka, jako przedmiot główny, oraz matematyka, lub chemja, jako poboczny. Przedmiotem jednogodzinnego rygorozum jest filozofja właściwa. Tytuł tak otrzymany, »dr. fil.«, posiada znaczenie wyłącznie naukowe. Na niektórych niemieckich uniwersytetach otrzymuje się go nawet bez egzaminu z filozofji właściwej.

Główną trudność przy doktoracie stanowi wypracowanie owej dysertacji. Sam wybór odpowiedniego tematu jest rzeczą niełatwą. Zwykle też profesor poddaje temat i kieruje jego opracowaniem, uczeń zaś spełnia rolę wykonawcy. Zwykle obiera się tematy z dziedziny fizyki doświadczalnej. Po części dlatego, że zawsze łatwiej o takie tematy, niż o teoretyczne, po wtóre, że wtedy przynajmniej własnoręczne wykonanie roboty doświadczalnej jest niewątpliwą zasługą kandydata. Liczba dysertacji, w ten sposób rok rocznie produkowanych w Austrji i Niemczech, jest olbrzymia, i w większych uniwersytetach główne zajęcie

profesora stanowi właśnie kierowanie temi pracami. Jakkolwiek ich poziom naukowy często dużo pozostawia do życzenia, przyznać trzeba, że system ten przyczynia się bardzo do podniesienia ducha naukowego w społeczeństwie, zwłaszcza w nauczycielstwie szkół średnich.

U nas natomiast liczba doktoratów jest bardzo szczupła, gdyż niestety olbrzymia większość studentów oddaje się nauce wyłącznie w celu jak najszybszego osiągnięcia stanowiska nauczyciela szkół średnich i skrupulatnie unika wszelkiej pracy, wychodzącej poza minimum do tego potrzebne. Drogą, wiodącą do owego celu, jest w Austrji złożenie t. zw. »egzaminu nauczycielskiego« przed komisją rządową. Przystąpić mogą do owego egzaminu w obrębie nauk przyrodniczych nietylko absolwenci gimnazjów klasycznych i gimnazjów realnych, lecz także absolwenci szkół realnych (bez języków klasycznych). Poddani państw zagranicznych muszą uzyskać specjalne zezwolenie ministerstwa.

Studja, przygotowujące do egzaminu nauczycielskiego, są uregulowane przepisami dość szczegółowemi, zależnie od obranej grupy przedmiotów. Zwykle obiera się fizykę i matematykę jako równorzędne przedmioty główne, ale są też dozwolone inne kombinacje. Egzamin nauczycielski z przedmiotu głównego różni się od doktoratu tym zwłaszcza, że zamiast dysertacji naukowej wymaga tylko napisania zadania domowego o charakterze kompilacyjnym i że przy egzaminie ustnym potrzeba raczej encyklopedycznej znajomości całego przedmiotu w zakresie Stopnia III (początki i podstawy), zamiast gruntownego opanowania jednej specjalnej gałęzi, jak przy doktoracie. Przy egzaminie z fizyki, jako przedmiotu pobocznego, wymagana jest znajomość fizyki w obrębie dostępnym elementarnym metodom matematycznym (podręcznik WITKOWSKIEGO).

Dotychczasowy sposób kształcenia nauczycieli fizyki i matematyki w uniwersytetach polskich — i tak samo niemieckich — jest pod wielu względami nie wystarczający i bardzo słuszne są słowa krytyki np. GRIMSEHLA i FISCHERA[1]). Właściwym

---

[1]) Patrz K. T. FISCHER. Vorschläge zur Hochschulausbildung der Lehramtskandidaten für Physik. Teubner, 1907.

sposobem zaradzenia obecnym niedomaganiom byłoby założenie osobnego zakładu, na wzór angielskich Teachers training Colleges, lub przynajmniej zakładu w rodzaju berlińskiej Starej Uranji (p. str. 361), w którym przyszły nauczyciel, wykształciwszy się pod względem naukowym na uniwersytecie, wprawiałby się w użytkowaniu swych wiadomości przy nauczaniu w szkole średniej. Uniwersytet daje tylko wykształcenie naukowe i taki jest jego cel istotny, nie zaś zawodowe przygotowanie nauczycieli; dopóki jednak obecne stosunki panują, trzeba się starać zaradzić brakom tymczasowo, przez odpowiednie kursa dodatkowe uniwersyteckie.

Chodzi tu o kursy uzupełniające dwojakiego rodzaju: 1) o kursy dydaktyki i fizyki, na których kandydaci wprawiają się w doświadczeniach pokazowych oraz w nauczaniu szkolnym, w prowadzeniu ćwiczeń uczniowskich i t. d., 2) o ćwiczenia zręczności, które przyszłych nauczycieli uczą sporządzania prostych przyrządów, wykonywania naprawek i podobnych czynności, związanych z ich zawodem. Takie kursy są także nadzwyczaj ważne dla przyszłych badaczów naukowych. Do pierwszej kategorji należą np. »Ćwiczenia w wykonywaniu doświadczeń szkolnych« (Prof. I. ZAKRZEWSKI we Lwowie), a podobnie w niemieckich uniwersytetach: Demonstrationspraktikum für Lehramtskandidaten (ROSENBERG w Grazu, LECHER w Wiedniu), physikalische Unterrichtsübungen (BÖRNSTEIN w Berlinie). Do drugiej kategorji należą »Zajęcia praktyczne w warsztacie mechanicznym« (we Lwowie), oraz liczne »Handfertigkeitspraktikum« w uniwersytetach niemieckich. Na uniwersytecie w Giessen została nawet stworzona specjalna katedra (prof. NOACK), poświęcona kształceniu przyszłych nauczycieli w kierunku praktyczno-doświadczalnym. Podobny zakres czynności ma prof. K. T. FISCHER na politechnice w Monachjum.

Radzimy usilnie przyszłym nauczycielom korzystać z takich urządzeń. Komu zaś środki pozwalają na pewne przedłużenie okresu studjów, niech oprócz tego pod koniec studjów podejmie się pracy naukowej, choć w skromnym zakresie. Oczywiście mamy na myśli tylko jednostki uzdolnione, bo innych wogóle nie zachęcamy do obierania nauczycielstwa facho-

wego jako zawodu. Kto sam czynnego udziału nie brał w pracy naukowej, nigdy nie będzie miał właściwego sądu o metodach i o wartości nauki. Dla tego tak wysoko cenimy chwalebny zwyczaj niemieckich studentów koronowania doktoratem swych studjów.

Podkreślamy i na tym miejscu potrzebę bezustannego odnawiania swego wykształcenia fachowego, zwłaszcza jeżeli chodzi o przedmiot tak szybko rozwijający się i przeistaczający, jak fizyka. Użyteczną instytucją, do tego służącą, są kilkudniowe »Kursy uzupełniające dla nauczycieli szkół średnich«, urządzane zazwyczaj co dwa lata na uniwersytetach w Krakowie lub Lwowie w porze wielkanocnej, na których profesorowie uniwersytetu starają się dać słuchaczom pogląd na nowsze postępy nauki. W Warszawie »Koło matematyczno-fizyczne« podjęło urządzanie wykładów o podobnym charakterze co roku, w porze wielkanocnej.

Na licznych uniwersytetach niemieckich (Berlin, Gietynga, Monachjum i t. d.) istnieją kursa wakacyjne (Ferienkurse) w porze letniej, przeznaczone dla gruntowniejszego zaznajamiania nauczycieli z postępami wiedzy i dydaktyki. Bardzo też ważne jest, żeby starsza gieneracja nauczycieli, wykształconych jeszcze dawnym teoretycznym sposobem, zaznajomiła się z prowadzeniem ćwiczeń w pracowni fizycznej. Do tego w Warszawie daje sposobność pracownia przy kole matematyczno-fizycznym. Specjalnie takiemu celowi poświęcone są w Berlinie kursy w »Starej Uranji« (patrz str. 361).

Dopóki chodzi tylko o początki lub podstawy nauki wyższej, jest to do pewnego stopnia obojętne, na jakim uniwersytecie się studjuje. Może lepiej jest obrać mniejszy uniwersytet niż wielkie wszechnice, gdyż na tych ostatnich seminarja, ćwiczenia praktyczne i t. d. zwykle są przepełnione i styczność osobista profesorów z uczniami niższych kursów jest prawie niemożliwa. Natomiast gdy chodzi o specjalizację naukową i prace samodzielne, należy się dobrze zastanowić nad wyborem uniwersytetu i w tym razie wielkie ośrodki ruchu naukowego przedstawiają korzyści nieocenione. Pożytek przynoszą tam nietyle wykłady uniwersyteckie, ile styczność z szeregiem osób pracu-

jących w różnych kierunkach, zebrania naukowe, dające okazje do dyskusji fachowych i t. d. Przy wyborze chodzi przedewszystkim o osoby profesorów, o kierunek ich badań specjalnych, następnie o urządzenia laboratoryjne, seminarja i t. d.

Co do uniwersytetów w Krakowie i Lwowie nadmieniamy tylko tyle, że uniwersytet Jagielloński w Krakowie posiada piękny, na wielką skalę urządzony i nowoczesnym wymaganiom odpowiadający zakład fizyczny, założony przez prof. Witkowskiego w r. 1912 i pozostający pod kierownictwem prof. M. Smoluchowskiego. Profesorem fizyki teoretycznej jest Władysław Natanson, oprócz tego wykłada fizykę docent prywatny dr. Stanisław Loria. We Lwowie zakład fizyczny jest skromniejszy, ale dla małej liczby pracowników wystarczający, pozostaje pod dyrekcją prof. Ignacego Zakrzewskiego. Fizykę teoretyczną wykłada prof. Konstanty Zakrzewski, docentem jest dr. J. Stock.

b) Uniwersytety niemieckie, szwajcarskie, holenderskie.

Ogólna organizacja uniwersytetów w Austrji i Niemczech jest zupełnie podobna, w myśl tego co powyżej powiedziano, do ustroju wszechnicy Jagiellońskiej i Kaźmierzowskiej. Warunki przyjęcia są rozmaite i w zasadzie istnieje możność swobodnego przenoszenia się z jednego uniwersytetu na inny, ale w praktyce utrudniono na ogół w ostatnich latach dostęp dla cudzoziemców.

Dla Polaków obranie takich uniwersytetów może być pożądane, jeżeli chodzi o stadjum specjalizacji naukowej, zwłaszcza w kierunkach takich, jakie nie są odpowiednio reprezentowane w naszych wszechnicach. Wymieniamy zatym z uniwersytetów austryjackich i niemieckich tylko te, które zajmują niewątpliwie pierwszorzędne miejsca:

Gietynga. Ognisko nauk matematycznych w Niemczech, profesorowie: Debye (teorja promieniowania i kwantów, molekularna teorja ciał stałych), Voigt (optyka, fizyka kryształów), Hilbert i Runge (zastosowanie matematyki do fizyki), Prandtl

(hidromechanika), Pohl (promienie Röntgena, elektryczność), Simon (elektrotechnika).

Berlin. Planck i Einstein (fizyka teoretyczna, zwłaszcza termodynamika, promieniowanie i teorja względności), Rubens (badania doświadczalne nad promieniowaniem), Born (atomistyka ciał stałych), Nernst (chemja fizyczna) i liczni inni docenci.

Monachjum. Sommerfeld (fizyka matematyczna), Röntgen i Graetz (fizyka doświadczalna).

Wrocław. Lummer (fizyka doświadczalna, zwłaszcza optyka), Pringsheim i Schäfer (fizyka teoretyczna).

Wiedeń. Nowo otwarte wspaniałe zakłady fizyczne pod kierownictwem profesorów: Lechera i Exnera; liczni docenci, zakład radjologiczny.

Nie znaczy to, abyśmy wyłącznie te uniwersytety polecali. Istnieje cały szereg wybitnych uczonych w innych miejscowościach, dających sposobność do owocnej pracy, mimo że nie tworzą środowisk tak świetnych. Wymienimy np. nazwiska: Wien (Würzburg), Des Coudres (Lipsk), Heydweiller (Rostock), Paschen (Tübingen), Starke (Akwizgran), Kayser (Bonn) i. t. d. [1]).

Wobec nieprzyjaznych warunków, panujących w Prusiech, znaczna część studentów polskich udaje się także na uniwersytety szwajcarskie, w których warunki przyjęcia są łatwiejsze, ale także poziom naukowy na ogół nieco niższy. Najlepszym środowiskiem naukowym w zakresie fizyki jest obecnie Zurych; na uniwersytecie uczy tam E. Meyer, na politechnice P. Weiss (specjalista na polu magnetyzmu). Jako uniwersytet, na którym Polacy zdobyli sobie stanowiska profesorskie, wymieniamy Fryburg (Kowalski, fizyka; Estreicher, chemja).

Wybitną i w stosunku do liczby ludności imponującą działalność naukową rozwija Holandja. Z powodu trudności językowych nauka uniwersytecka mało jest przystępna dla cudzoziemców. Pobyt w Leydzie, Harlemie, Amsterdamie można jednak go-

---

[1]) Zbiór przepisów, odnoszących się do doktoratu na różnych niemieckich uniwersytetach, oraz wskazówki co do planowania studjów znaleźć można np. w broszurze: Wie studiert man Mathematik und Physik. Wyd. 3, Lipsk, 1909. Rossberg. Cena m. 1. Odnosi się, co prawda, więcej do matematyki, niż do fizyki.

rąco polecić każdemu, kto zdobył gdzieindziej podstawy wyższego wykształcenia fachowego i pragnie wyspecjalizować się w pewnych kierunkach przez osobisty kontakt z wybitnemi uczonemi holenderskiemi. Wszelkie ułatwienia do badań nad wpływem nizkich temperatur na właściwości ciał znajdzie w słynnym laboratorjum »frygoryficznym« profesora KAMERLINGH ONNESA w Leydzie, gdzie też nauczyć się może holenderskiej dokładności w pracy eksperymentalnej. Specjalistów na polu magneto-optyki zajmie pracownia ZEEMANA w Amsterdamie. Teoretyk zaś może skorzystać ze styczności z takim mężem nauki jak H. A. LORENTZ (Leyda, Harlem) oraz dzielnych sił naukowych jak EHRENFEST (Leyda), ORNSTEIN (Utrecht).

c) Uniwersytety francuskie.

Według naszego przekonania należy Polaków usilnie ostrzegać przed wyjeżdżaniem do Paryża w celu odbywania studjów uniwersyteckich. Przepełnienie wyższych zakładów naukowych, na których nauka odbywa się trybem maszynowym, z bardzo małym udziałem słynnych profesorów, otaczających się atmosferą zupełnej nieprzystępności, brak łączności uczniów i pracowników naukowych, fatalny wpływ rozrywek wielkomiejskich i innych zajęć nie naukowych, tworzą atmosferę, w której jednostki słabszego charakteru tracą niezmiernie dużo czasu, a zbyt często marnieją zupełnie.

Ludzie dojrzali natomiast, którzy do Paryża jadą po ukończeniu studjów, dla wykonania specjalnych prac naukowych, mogą odnieść z tego wielkie korzyści. Wymienić należy zwłaszcza »Laboratoire de physique générale«, będące pod kierownictwem naszej rodaczki, MARJI ze SKŁODOWSKICH CURIE, i poświęcone przedewszystkim badaniom z zakresu promieniotwórczości oraz »Laboratoire de chimie physique« PERRINA, zorganizowane jako ruchliwa pracownia naukowa i zaprawiające także młodsze siły do badań naukowych. Dla doświadczonych pracowników naukowych stoi również otworem »Laboratoire de recherches physiques« profesora LIPPMANNA w Sorbonie. Polecamy ten instytut jednak tylko temu, kto umie pracować zu-

pełnie samodzielnie i nie pragnie rad ani wskazówek z niczyjej strony.

Teoretycy mogą skorzystać ogromnie dużo z najwybitniejszej na tym polu siły młodszej szkoły francuskiej, prof. Langevina. Ostrzegamy jednak, że w Paryżu niema urządzeń, przeznaczonych na utrzymywanie tak cennego kontaktu profesorów starszych z młodszemi pracownikami, w rodzaju niemieckich seminarjów i konwersatorjów, i teoretyk, nie pracujący w laboratorjum, poprzestać musi na udziale w towarzystwach naukowych (patrz str. 356) i na samodzielnej pracy w bibljotekach.

Zresztą, co do urządzeń uniwersyteckich nadmieniamy tylko tyle, że doktorat jest we Francji odznaczeniem o wiele rzadszym i wyżej cenionym aniżeli w Niemczech. Wymagania co do wyrobienia naukowego kandydata i co do jakości jego dysertacji (thèse de doctorat) są znacznie wyższe. Zwykłym egzaminem, oznaczającym zakończenie studjów uniwersyteckich, jest licencjat (licencié ès sciences), którego poziom odpowiada mniej więcej naszemu egzaminowi nauczycielskiemu.

d) Uniwersytety angielskie.

Stosunki uniwersyteckie i szkolne w Anglji różnią się jak najbardziej od systemu przyjętego na kontynencie i przedstawiają wogóle wielką różnorodność. Za ognisko matematyki i fizyki w Anglji uznany jest powszechnie Cambridge. Uniwersytety w Cambridge i Oxfordzie są właściwemi przedstawicielami angielskiego typu uniwersyteckiego. W tych zakładach panuje system internatowy. Studenci mieszkają pod ścisłym dozorem, w oddzielnych »colleges«, pochodzących jeszcze z fundacji średniowiecznych. Naukę pobierają częściowo, zwłaszcza w początkach, w samym »college«, od tamtejszych sił nauczycielskich, częściowo zaś od profesorów uniwersytetu, na wykładach wspólnych i w pracowniach uniwersyteckich. Ci, którzy mają wyższe aspiracje naukowe, korzystają oprócz tego jeszcze z pomocy specjalistów fachowych, jako prywatnych nauczycieli, czyli »coaches«.

Nie słusznie sądzą na kontynencie, że naukę tam traktuje się lekko, główną zaś rzeczą są sporty. Stosuje się to tylko do

pewnej kategorji studentów, dziś będących w mniejszości, t. j. tych, którzy, wstępując na uniwersytet, dążą tylko do otrzymania »a poll degree« t. j. stopnia B. A. (Bachelor of Arts) bez odznaczenia. Większa część studentów natomiast uczy się systematyczniej i poważniej, niż przeciętny student niemiecki; są to mianowicie studenci, dążący do otrzymania »honours degree«, t. j. stopnia B. A. z odznaczeniem.

Egzamin do tego wiodący, t. zw. »tripos«, wymaga wielkiego zasobu wiadomości, główny nacisk kładzie się tu na matematykę, a zwłaszcza na biegłość w jej stosowaniu. Ponieważ składa się go po upływie tylko trzechletniego studjum, zrozumiała jest potrzeba nauczycieli prywatnych, pomagających uczniom w przerobieniu materjału i przygotowujących ich do owego egzaminu. Fizyka, wraz z matematyką, tworzą przedmioty »Mathematical tripos«, słynnego i dla Cambridge charakterystycznego egzaminu, zdawanego niemal przez wszystkich, którzy później na tym polu nauki zdobyli sławę w Anglji. Jako przedmiot uboczny fizyka figuruje w »Natural science tripos« i w »Engineering tripos«.

Każdy B. A. ma prawo do otrzymania tytułu M. A. (Master of Arts) po upływie kilku lat, za opłaceniem pewnej taksy, a po dalszych kilku latach może otrzymać stopień Sc. D. (Doc. of Science), jeżeli przedłoży odpowiednie, samodzielnie wykonane, prace naukowe. W nowszych czasach wprowadzono ułatwienia dla absolwentów innych uniwersytetów, którzy pragną otrzymać stopnie naukowe w Cambridge, cenione w Anglji znacznie wyżej, niż wszystkie inne. Uprawnia do tego albo uzupełnienie studjów (advanced study) albo też samodzielna praca naukowa (course of research).

Od lat kilkunastu skupia się coraz wzrastająca liczba ukończonych studentów, a także profesorów innych uniwersytetów z Anglji, Ameryki i Australji i t. d. w laboratorjum fizycznym, słynnym »Cavendish Laboratory«. Jest to jedna z pierwszych pracowni naukowych w świecie, bynajmniej nie pod względem urządzeń i wyposażenia materjalnego, lecz dzięki osobistości kierownika, którym jest Sir J. J. THOMSON, a także przez dobór innych, przy nim skupiających się pracowników. Praca tam

wymaga jednak znacznego wyrobienia pod względem samodzielności i praktyki doświadczalnej i nie radzimy wcale rozpoczynać jej, jeżeli się niema dłuższego czasu do dyspozycji.

W ogólności Cambridge jest świetnym środowiskiem naukowym, nie radzimy jednak początkującym udawania się tam, z wyjątkiem jeżeli zamierzają odbyć tam całe studjum uniwersyteckie, co wymaga dość znacznych środków materjalnych (1500—2000 rb. rocznie). W zakresie fizyki potrzeba też pewnego wyrobienia doświadczalnego, które Anglicy wynoszą już ze szkoły średniej, a oprócz tego oczywiście gruntownej znajomości języka angielskiego. Pod względem informacji co do warunków przyjęcia, programu studjów i t. d., odsyłamy do publikacji oficjalnej, corocznie się ukazującego Cambridge University Calendar, Deighton and Bell, Cambridge, cena szyl. 7$^1/_2$, oraz krótszego, praktycznie ułożonego The Students Handbook to the University and Colleges of Cambridge, Cambridge University Press, cena szyl. 3. Tym, którzy z innych uniwersytetów pragną udać się do Cambridge, dla dokończenia studjów lub dla badań naukowych, daje cenne informacje broszura: D. Mc. Alister. Advanced Study and Research in the University of Cambridge, 1903. Cena $^1/_2$ szyl. Oprócz tego zwracamy uwagę na zajmująco napisaną broszurkę:

Karl Breul. Students Life and Work in the University of Cambridge. Bowes, Cambridge, 1910. Cena szyl. 1, oraz na wymienione już na str. 297 dzieło: History of the Cavendish Laboratory.

Co do innych uniwersytetów angielskich możemy się streścić znacznie krócej, ponieważ organizacja ich zbliża się więcej do typu niemieckiego. Dla nie Anglików wchodzą w rachubę głównie Manchester oraz Londyn. Sławą uniwersytetu w Manchesterze jest obecnie prof. E. Rutherford, który przyciąga ku sobie przedewszystkim badaczy, pracujących na polu promieniotwórczości. Z instytucji, składających uniwersytytet londyński, najwybitnieszą jest University College, Gower Street, W. C. Jakkolwiek nie posiada obecnie na polu fizyki uczonych pierwszo-

rzędnej sławy światowej, jest to przecież bardzo dobra uczelnia, dostępna też z niewielkiemi trudnościami dla obcokrajowców.

Oprócz właściwego uniwersytetu londyńskiego i połączonych z nim zakładów (jak n. p. East London College, Bedford College for Women i t. p.) istnieje w Londynie jeszcze cały szereg innych instytucji, tym odznaczających się, że umożliwiają osobom bez systematycznego wykształcenia szkolnego nabywanie wiadomości fachowych z fizyki, a niektóre z nich także wykonywanie prac naukowych. Wymieniamy naprzykład: Sir John Cass' Technical Institute, Aldgate; Birkbeck College, Chancery Lane; Working Mens College, Crowndale Rd. N. W. Patrz także str. 359. Doskonałą sposobność do zapoznania się ze stosunkami wyższego szkolnictwa angielskiego daje udział w jednym z kursów wakacyjnych »University Extension«, urządzanych regularnie przez uniwersytety w Londynie, Cambridge, Oxfordzie, Manchesterze. Wstęp na kursy wolny dla wszystkich (za opłatą 40 szyl.).

3) Literatura informacyjna.

Bardzo użytecznym przewodnikiem przy poszukiwaniu adresów uczonych i firm, sporządzających przyrządy fizyczne, był:

Adressbuch der lebenden Physiker, Mathematiker und Astronomen d. In- und Auslandes und der technischen Hilfskräfte, zusammengestellt von F. STROBEL. Wyd. 2. Barth. Lipsk, 1909. Str. IV+241.

Niestety jednak profesorowie lubią zmieniać miejsce pobytu i mieszkania, tak że książka straciła już swoją wartość wobec siedmiu lat, które minęły od chwili jej pojawienia się.

Dzisiaj, oprócz znanego wydawnictwa: Minerva, Jahrbuch der gelehrten Welt, K. J. Trübner, Strassburg, uwzględniającego wszystkie szkoły wyższe i towarzystwa naukowe całego świata, można korzystać z następujących wydawnictw specjalnych:

F. Auerbach und **R. Rothe.** Taschenbuch für Mathematiker und Physiker. Teubner, Lipsk. Cena opr. m. 6.

Pierwszy tomik użytecznego tego wydawnictwa ukazał się w r. 1909, drugi w r. 1911, trzeci w r. 1913/14. Zawiera ono: szkic biograficzny jednej z wybitniejszych osobistości świata naukowego, kalendarz, daty astronomiczne, treściwe zestawienie wzorów i danych doświadczalnych z zakresu matematyki i fizyki, spis czasopism matematycznych i fizycznych, spis nowszych dzieł z tych dziedzin, spis nekrologiczny, księgę adresową profesorów niemieckich, spis dostawców przyrządów matematycznych i fizycznych. Późniejsze roczniki uzupełniają mate-

rjał naukowy pierwszego, tak że z czasem powstaje treściwy coraz obszerniejszy i gruntowniejszy konspekt wzorów naukowych.

Who is who in Science (international). Edited by H. Stephenson. Churchill, Londyn. Cena szyl. 10.

Rzecz bardzo użyteczna, zawierająca skorowidz alfabetyczny uczonych, pracujących na polu nauk przyrodniczych, wraz z adresami, danemi biograficznemi i tytułami najważniejszych prac naukowych. Wydanie drugie, które wyszło w r. 1914, zawiera również spis wszelkich towarzystw naukowych.

Dobre usługi oddają w tego rodzaju poszukiwaniach także corocznie wydawane spisy członków większych towarzystw naukowych, a zwłaszcza:

Annuaire de la Société Française de Physique. Gauthier-Villars. Paryż.

oraz:

Annuario biographico del Circolo matematico di Palermo. Jedno i drugie wydawnictwo podaje tylko imiona i adresy członków towarzystwa, ale należą do nich prawie wszyscy uczeni całej Europy.

Drugie zawiera także pewne szczegóły biograficzne, tytuły i t. p.

Informacji innego rodzaju dostarcza:

Official Yearbook of the Scientific and Learned Societies of Great Britain and Ireland. Charles Griffin. Londyn. Cena szyl. 7½.

Jest to rocznik, dający nietylko spis wszelkich towarzystw naukowych angielskich, ale też tytuły wszystkich prac, ogłoszonych w ich czasopismach w ciągu ostatniego roku.

4) Wykaz najważniejszych firm, dostarczających przyrządów fizycznych.

Kłopotliwszą i trudniejszą do załatwienia sprawą, niż kupowanie książek, jest sprawianie przyrządów naukowych. Nietylko że założenie pracowni fizycznej jest bez porównania kosztowniejsze niż założenie wcale dobrej bibljoteki fachowej, ale jeszcze druga ważna okoliczność wchodzi w rachubę: łatwiej jest poinformować się z góry jak najdokładniej o wartości książki, niż przyrządu, który zamierza się nabyć; w ostatnim wypadku polegać trzeba na sumienności i staranności firmy dostarczającej.

Odczuwając potrzebę przyrządu pewnego rodzaju, trzeba sobie przedewszystkim jasno zdać sprawę, czy przyrząd ma służyć do pokazów zjawiska w sali wykładowej, czy do ćwiczeń uczniów, czy też do badania naukowego. W ostatnim wypadku chodzi zwykle o przyrządy precyzyjne i wtedy najlepiej się postąpi, zwracając się, bez względu na wysokość ceny, do firm pierwszorzędnych o ustalonej sławie, gdy tymczasem w innych razach postąpimy słusznie, uwzględniając okoliczności natury ekonomicznej oraz stosunki lokalne.

Jako polecenia i popierania godną firmę krajową, dostarczającą przyrządów fizycznych, zwłaszcza odpowiednich dla potrzeb szkolnictwa średniego, wymieniamy przedewszystkim:

Towarzystwo urządzeń szkolnych i pomocy naukowych »Uranja«, Warszawa, Bracka 16. Przy ulicy Krakowskie-Przedmieście 66 mieści się stała wystawa oraz pracownia »Koła matematyczno-fizycznego«, w której można zasięgnąć rad w sprawach dydaktycznych.

Oprócz tego wymieniamy firmy warszawskie:

Berent i Plewiński, ul. Moniuszki 12; G. Gerlach, ul. Czysta 4; Woltmann i Kołdonek, ul. Piękna 31.

We Lwowie dostarcza przyrządów fizycznych dla szkół średnich: Zakład środków naukowych F. M. Złotnickiego, Pasaż Hausmana 8, oraz firma A. Pfützner, ul. Słowackiego. W Krakowie polecić można jako zręcznego mechanika, sporządzającego rozmaite przyrządy, zwłaszcza przyrządy do skraplania gazów (według prof. Olszewskiego): Wład. Grodzickiego, Kraków, ul. Grodzka 53.

Z firm obcych wymieniamy tylko kilka najważniejszych, godnych polecenia w pewnych specjalnościach:

Ogólne urządzenia laboratoryjne i przyrządy dla szkół:

M. Kohl (Chemnitz, Saksonja), Leybold (Kolonja), Fr. Hugershoff (Lipsk), Leppin u. Masche (Berlin), W. Rohrbeck (Wiedeń), A. Kreidl (Praga), Ph. Pellin (Paryż), Becker (Londyn), Reynolds & Branson (Leeds), G. Cussons (Manchester).

Podziałki precyzyjne, teodolity, katetometry:

Société Génevoise (Gienewa szwajc.), Ph. Pellin (Paryż), J. Carpentier (Paryż).

Wagi:

Sartorius (Gietynga), Bunge (Hamburg), Nemetz (Wiedeń), A. Collot (Paryż).

Termometry:

L. Baudin (Paryż), V. Chabaud (Paryż), Tonnelot (Paryż, rue du Somerard), A. Haak (Jena), W. Niehls (Berlin), Lambrecht (Gietynga), H. Kappeller (Wiedeń):

Pompy pneumatyczne:

Leybold (Kolonja), M. Kohl (Chemnitz), Pfeiffer (Wetzlar), M. Stuhl (Berlin), Alvergniat-Chabaud (Paryż).

Mikroskopy i lunety:

C. Zeiss (Jena), Reichert (Wiedeń), Ross Ltd. (Londyn, New Bond St.), W. Watson (Londyn, High Holborn), Dollond (Londyn, Hatton Garden).

Przyrządy projekcyjne:

C. Zeiss (Jena), R. Fuess (Steglitz-Berlin), Schmidt und

Haensch (Berlin), Ph. Pellin (Paryż), Ross (Londyn), W. Watson (Londyn).

Spektroskopy i t. p.:

A. Hilger (Londyn, NW. Camden Road), Ph. Pellin (Paryż), Ducretet (Paryż), A. Jobin (Paryż), Schmidt u. Haensch (Berlin), R. Fuess (Steglitz-Berlin).

Galwanometry i inne przyrządy elektryczne:

J. Carpentier (Paryż), F. Ducretet (Paryż), Cambridge Scientific Instrument Company (Cambridge, Anglja), Siemens und Halske (Berlin, Wiedeń), M. Th. Edelmann (Monachjum), Hartmann u. Braun (Frankfurt a. M.), Weston Electrical Instrument Comp. (Berlin, New York), Klingelfuss (Bazyleja) — induktory, O. Wolff (Berlin, W. Karlsbad) — opornice.

Rurki Röntgena, Geisslera i t. p.:

Goetze (Lipsk), Müller-Unkel (Brunświk), V. Chabaud (Paryż)

Zupełniejsze, lecz nieco przestarzałe, wykazy różnych tego rodzaju firm znaleźć można np. w

Adressbuch der deutschen Präzisionsmechanik u. Optik und verwandter Berufszweige, herausgegeben v. F. Harrwitz. Berlin. Wyd. 3. 1906.

L'industrie française d'instruments de précision. 1901—2, catalogue publié par le syndicat des constructeurs. Paryż, 28 rue Serpente.

Haensch (Berlin), Ph. Pellin (Paryż), Ross (Londyn), W. Watson (Londyn).

Spektroskopy i t. p.: A. Hilger (Londyn, N.W. Camden Road), Ph. Pellin (Paryż), Ducretet (Paryż), A. Jobin (Paryż), Schmidt u. Haensch (Berlin), R. Fuess (Steglitz-Berlin).

Galwanometry i inne przyrządy elektryczne: J. Carpentier (Paryż), E. Ducretet (Paryż), Cambridge Scientific Instrument Company (Cambridge, Anglja), Siemens und Halske (Berlin, Wiedeń), M. Th. Edelmann (Monachjum), Hartmann u. Braun (Frankfurt a. M.), Weston Electrical Instrument Comp. (Berlin, New-York), Klingelfuss (Bazyleja) — induktory, O. Wolff (Berlin W. Karlsbad) — opornice.

Rurki Röntgena, Geisslera i t. p.: Goetze (Lipsk), Müller-Unkel (Brunswik), V. Chabaud (Paryż).

Zupełniejsze, lecz niece przestarzałe, wykazy różnych tego rodzaju firm znaleźć można np. w:

Adressbuch der deutschen Präzisionsmechanik, Optik und verwandter Berufszweige, herausgegeben v. F. Harrwitz. Berlin. Wyd. 3. 1906.

L'industrie française des instruments de précision. 1901—2, catalogue publié par le syndicat des constructeurs. Paryż, 28 rue Serpente.

GIEOFIZYKA

OPRACOWAŁ

M. P. RUDZKI.

GIEOFIZYKA

STOPIEŃ III.

WSTĘP.

Treść: 1. Przedmiot. Metoda. — 2. Przygotowanie. — 3. Rady ogólne. 4. Szukanie literatury.

1. Przedmiotem gieofizyki są stany i przemiany, ruchy i odkształcenia różnych części ziemi, jej wnętrza, skorupy, jej oceanów, mórz, jezior, rzek, atmosfery i t. d. Przedmiot badania jest zatym ten sam, co gieografji fizycznej i gieologji dynamicznej, ale cel i metoda są inne. Gieografowi chodzi głównie o rozkład zjawisk na powierzchni ziemi — gieofizykowi o ich teorję mechaniczną. Odpowiednio do tego gieofizyka posługuje się metodami fizyki i mechaniki.

Jako nauka ścisła nie zadowala się ocenami jakościowemi, ale wszędzie, gdzie się da, wprowadza liczby i miary. Stąd, że gieofizyka ma przedmiot wspólny z gieografją fizyczną i gieologją dynamiczną, wynika, że kto jest obznajomiony z temi dyscyplinami, przedewszystkim zaś z pierwszą, ten eo ipso posiada przygotowanie do gieofizyki. Z tego powodu w dalszym ciągu o przygotowaniu elementarnym mówić nie będę.

2. Do zapoznania się z właściwą gieofizyką trzeba nieodzownie znać rachunek różniczkowy i całkowy, gieometrję analityczną [1]) i mechanikę analityczną, mniej więcej w objętości zwykłych kursów uniwersyteckich. Oprócz tego w niektórych

---

[1]) Patrz odpowiednie działy w tomie I Poradnika, 1915.

działach potrzebna jest znajomość pewnych specjalnych teorji matematycznych.

Dla zrozumienia gieodezji potrzebna jest trygonometrja sferyczna, do teorji figury ziemi i teorji figury równowagi — teorja potencjału oraz funkcji sferycznych i Lamégo. Seismologja wymaga znajomości teorji sprężystości i optyki gieometrycznej. Przydatną będzie znajomość dawnej teorji światła, opartej na teorji sprężystości. W niektórych zadaniach odgrywa ważną rolę teorja krzywych i powierzchni stopnia wyższego oraz teorja wyznaczników. Do teorji fal, prądów i przypływów potrzebną jest hidrodynamika. Teorja magnetyzmu ziemskiego wymaga znajomości ogólnej teorji magnetyzmu, następnie teorji potencjału i funkcji sferycznych. W specjalnych teorjach zwykle wystarcza znajomość [byleby nie powierzchowna] zasadniczych definicji i twierdzeń, bo zapas wiadomości rozszerza się i utrwala przez samo studjowanie dzieł specjalnych i rozpraw; naprzykład przez studjowanie teorji przypływów rozszerza się zakres wiadomości z hidrodynamiki. Zresztą rzecz prosta, że kto interesuje się wyłącznie teorją fal, ten może ignorować teorję magnetyzmu; temu zaś, kto studjuje insolację, hidrodynamika, nawet mechanika, wogóle nie będzie potrzebna. Lecz bez znajomości rachunku różniczkowego i całkowego można obejść się tylko w pewnych specjalnych działach. Naprzykład w oceanografji nauka o składzie chemicznym wody morskiej i o gazach w niej zawartych nie wymaga znajomości matematyki wyższej, natomiast wymaga znajomości chemji.

3. Bardzo doradzamy przerabianie zadań i przykładów, oraz przerabianie samych dowodów. Jeżeli trafi się trudność, jeżeli nie widzimy odrazu, w jaki sposób autor przeszedł od wzoru A do B, to należy zatrzymać się[1]) i póty próbować, porównywać, aż znajdziemy wzory pośrednie między A i B. Wogóle należy nie czytać, lecz u c z y ć s i ę i to z piórem lub ołówkiem w ręku.

---

[1]) Naturalnie nie mówię tego w tym znaczeniu, aby nie zajrzeć o stronicę dalej, bo często zdarza się, że przeczytawszy dalszy ciąg, właśnie zrozumiemy, o co chodzi i pokonamy ową trudność.

Nie należy uganiać się za łatwemi, popularnemi książkami, bo z nich mało można się nauczyć.

4. Zanim przystąpimy do przeglądu podręczników i do wskazówek specjalnych, dotyczących rozmaitych działów gieofizyki, powiemy kilka słów o szukaniu literatury. Rady, tu podane, są przeznaczone nie dla początkujących, lecz dla tych, którzy już są dostatecznie przygotowani, tak zaś dalece zainteresowali się jakimś specjalnym pytaniem, że chcieliby dokładnie i gruntownie poznać, co o nim wiadomo.

Zapoznanie się z jakąś kwestją specjalną nie z podręczników, lecz wprost z traktatów specjalnych i rozpraw stanowi najwyższą fazę studjów. W niej dopiero poznajemy naukę taką, jaką ona jest w istocie. Dowiadujemy się wtedy, jakiemi drogami odkryto, lub pierwotnie dowiedziono to lub owo twierdzenie, dowiadujemy się, co jest naprawdę pewne, a co sporne. Z dzieł i rozpraw oryginalnych dowiadujemy się, nad rozwiązaniem jakich zagadnień współcześnie pracują. Podręczniki zaś częstokroć podają nie pierwotne, lecz najłatwiejsze dowody, kwestje sporne omijają lub przedstawiają jednostronnie, wreszcie chociażby dla braku miejsca nie podają wielu szczegółów.

Na wsi lub w małym mieście zgromadzenie literatury, dotyczącej pewnego specjalnego zagadnienia, jest rzeczą nietylko mozolną lecz także ogromnie kosztowną. Często z powodu małej rozprawki, zawierającej 20 stronic, trzeba kupić duży tom niepotrzebnego zresztą czasopisma. O przypadkach, gdy dzieło, lub czasopismo już nie znajduje się w handlu księgarskim, nie mówię, choć i w takich razach można nieraz zdobyć rzecz potrzebną w antykwarniach. Warto też posługiwać się antykwarniami w celu nabywania nawet takich dzieł, których nakład nie został jeszcze wyczerpany, bo można nieraz nabyć zupełnie dobrze zachowane egzemplarze po cenie znacznie niższej [1]).

---

[1]) Na wszelki przypadek podaję adresy kilku antykwarń, w których można znaleźć rzeczy, należące do gieofizyki. Naturalnie nie biorę na siebie żadnej odpowiedzialności za firmy niżej wymienione.

W. Junk — Berlin W. 15, Kurfürstendamm, 201.

G. Fock — Lipsk, Markgrafenstr., 4—6.

C. Beck — Lipsk, Inselstrasse, 18 (mapy).

Rady poniższe przeznaczone są dla tych, którzy mają dostęp do jakiejkolwiek bibljoteki uniwersyteckiej.

Przedewszystkim można iść po nitce do kłębka. Czytając rozprawę *a*, znajdujemy cytaty rozpraw *b* i *c* i dzieł *B* i *C*. Czytamy następnie *b*, *c*, *B* i *C* — i w nich znajdujemy cytaty rozpraw *d* i *e*, oraz *D* i *E* i t. d. i t. d.

Następnie można zbierać literaturę za pomocą bibljograficznych wydawnictw naukowych. W katalogu międzynarodowym literatury naukowej (dział polski w języku polskim i francuskim wydaje Krakowska Akademja Umiejętności) [1]), gieofizyki dotyczą działy *F* i *J*. Katalog ten nie sięga jednak wstecz po za rok 1900.

Literaturę kilkudziesięciu lat ostatnich można znaleźć w następujących czasopismach:

1. Fortschritte der Physik, wyd. przez Deutsche physikal. Gesellschaft. Brunświk, F. Vieweg [2]). Cena niestała.
2. Astronomischer Jahresbericht. Berlin, G. Reimer. Cena od 17 do 25 m.
3. Petermann's Geographische Mittheilungen. Gotha, J. Perthes. Cena miesięcznika 24 m. rocznie, p. dział: Litteraturberichte.
4. Neues Jahrbuch f. Mineralogie, Paläontologie u. Geologie, wyd. przez BAUERA, KOKENA i LIEBISCH'A, Stutgard, Schweizerbart. Cena 55 m.; patrz dział: Litteraturberichte.
5. Zentralblatt f. Mineralogie, Geologie u. Paläontologie, wyd. przez BAUERA, KOKENA i LIEBISCH'A. Stutgard, Schweizerbart. Cena miesięcznika 15 m. rocznie; dodaje się bezpłatnie do: Neues Jahrbuch i t. d., p. N. 4.

M. Weg — Lipsk, Königstrasse, 3.

A. Hermann et Fils — Paryż (6 Rue de la Sorbonne), znana firma wydawnicza i zarazem antykwarnia na wielką skalę.

H. Sotheran et Co — Londyn, 140 Strand. W. C.

[1]) p. t. Katalog literatury naukowej polskiej, wyd. przez Komisję Bibljograficzną Wydz. Matemat.-Przyrod. Akad. Um.

[2]) Podaję miasto i firmę wydawniczą.

6. Annalen der Hydrographie und der maritimen Meteorologie. Berlin, H. Mittler u. Sohn.

Od paru lat Beiträge zur Geophysik, Lipsk, W. Engelmann, poczęły pomieszczać sprawozdania z literatury. Dalej pomieszcza je miesięcznik Erdbebenwarte, wyd. przez Belara. Lublana (Laibach), I. Kleinmayr.

Terrestrial Magnetism. Baltimore. Md. J. Hopkins Press — i inne czasopisma.

Czasopisma oznaczone Nr. 1, 2, 3, 4, 6, są starsze, przeto można z ich pomocą sięgnąć dalej wstecz.

Trudniej jest wyszukiwać rozprawy najnowsze z roku bieżącego lub poprzedniego, które jeszcze nie weszły do rozmaitych sprawozdań bibljograficznych. Rzecz jest o tyle dla gieofizyka utrudniona, że wiele interesujących go rozpraw zjawia się w wydawnictwach rozmaitych akademji i towarzystw. Trzeba więc przeglądać najnowsze zeszyty bardzo wielu czasopism. Wyliczać ich naturalnie nie będziemy, bo musielibyśmy wymienić kilkadziesiąt nazw. Przytoczymy tylko kilka takich, w których stosunkowo często zamieszczane są prace ważne dla gieofizyka. Są to:

Comptes Rendus (Hebdomadaires) Akademji paryskiej.

Sitzungsberichte Akademji berlińskiej i wiedeńskiej.

Proceedings londyńskiego Towarzystwa Król., jak również i edynburskiego.

Nachrichten Towarzystwa Król. w Gietyndze.

Rendiconti Akademji »dei Lincei« w Rzymie.

Bulletin Akademji petersburskiej.

Arkiv för Matematik och Fysik — szwedzkie, ale większość artykułów w języku niemieckim, francuskim lub angielskim (wychodzi w Stokholmie).

Dalej trzeba przejrzeć najnowsze zeszyty czasopism, poprzednio wymienionych, jako to: Petermann's Mittheilungen itd., następnie główniejsze czasopisma fizyczne i gieologiczne, wreszcie, zależnie od przedmiotu, niektóre czasopisma specjalne, których tytuły będą wymienione przy omawianiu działów specjalnych.

Najtrudniej szukać dzieł i rozpraw dawniejszych, po-

wiedzmy z przed laty stu, bo wtedy nie było specjalnych czasopism sprawozdawczych. Rzecz prosta, że łatwo znaleźć dzieła i rozprawy jakiegoś sławnego autora, jak Laplace lub Gauss, bo istnieją wydania zbiorowe ich dzieł. Niektóre stare, a znakomite rozprawy weszły do Klassiker der exakten Wissenschaften Ostwalda. Natomiast trudno niekiedy znaleźć rozprawy mniej rozgłośnych autorów [1]) nawet sposobem podanym wyżej, t. j, »idąc po nitce do kłębka«, gdyż niestety zbyt często zdarzają się głuche cytaty (zwykle bywają to cytaty z drugiej ręki [2]) takiej treści: »*A* udowodnił to i to«. albo: »*B* powiada to i to«, ale gdzie i kiedy udowodnił, lub powiedział, o tym niema ani słowa.

Przy pewnej cierpliwości i wytrwałości można sobie poradzić i to kilku sposobami.

1) Pierwszy sposób — to po prostu szukanie w książkach i rozprawach odpowiedniej treści. Jeżeli w kilku książkach, czy rozprawach znajdują się niedość dokładne cytaty, to, szukając dalej, zwykle natrafimy na taką (najczęściej starszą) książkę lub rozprawę, w której znajduje się cytata dokładna.

2) Drugim sposobem jest szukanie w bibljografjach specjalnych lub ogólnych. Wiele rzeczy, szczególnie odnoszących się do teorji figury ziemi, do teorji figur równowagi można znaleźć w dziele:

---

[1]) Powszechnie znany jest przykład teorji fal J. F. Gerstnera, która spoczywała kilkadziesiąt lat w starych rocznikach akademji praskiej. Dopiero gdy w r. 1862 Rankine ponownie ją odkrył (zresztą zupełnie inną metodą), ktoś (nazwiska powiedzieć nie umiem), kto przypadkowo znał teorję Gerstnera, wydobył ją ponownie na światło dzienne.

[2]) Należy mieć się na baczności przed cytatami z drugiej ręki. Jeden autor zacytuje nieco bałamutnie, albo w pewnym specjalnym celu, drugi autor nie zrozumie, albo pomiesza opinję cytującego z opinją cytowanego i zupełnie przekręci myśl pierwszego autora. Mnie samemu już dwukrotnie zdarzyło się być opacznie z drugiej ręki cytowanym. Odwrotnie sam przez długi czas przypisywałem (ale na szczęście nigdzie tego nie napisałem) Olbersowi pewne twierdzenie i to na podstawie cytat nie u jednego, lecz u kilku autorów. Dopiero przeczytawszy oryginalną rozprawę Olbersa, przekonałem się, że on zwalczał to twierdzenie.

J. C. Houzeau et **A. Lancaster.** Bibliographie de l'Astronomie. Dwa tomy, Bruksela, 1887 i 1882. Cena tomu I — fr. 50 tomu II — fr. 40.

Inne rzeczy można znaleźć w bibljografjach fizycznych, gieologicznych i metereologicznych. Do meteorologji i nauk, w blizkim związku z nią pozostających, służy:

O. L. Fassig. Bibliography of Meteorology[1]. A classed catalogue of the printed literature of meteorology from the origin of printing to the close of 1887 and an author index. Washington, Signal Office, 1889. 3 tomy.

Do gieodezji:

O. Boersch. Geodätische Litteratur. I tom, Neufchâtel, 1889. Cena m. 10, — itd. itd.

Rzeczy polskie (stare) znajdują się w bibljografji:

T. Żebrawski. Bibljografja piśmiennictwa polskiego z działu matematyki i fizyki, oraz ich zastosowań. Kraków, 1873 r., str. 618 i 4 tabl.

Tenże: Dodatki do Bibl. piśm. pol. z działu matem. i fiz. itd., w wyd. r. 1873. Nakł. Bibl. Kórnickiej. Kraków, 1886 r., str. 155 z tabl.

Z bibljografji ogólnych wymienię:

C. G. Kayser. Bücherlexicon (od 1750).

O. Lorenz. Catalogue de la librairie française (od 1840).

Journal général de l'imprimerie... Bibliographie de la France.

Catalogo generale della libreria italiana (1847—1899).

The English Catalogue of Books.

K. Estreicher. Bibljografja polska.

3) Trzeci sposób — to szukanie w leksykonach biograficznych. Biografje częstokroć podają ważniejsze dzieła i rozprawy danego autora, nieraz z dostatecznemi zupełnie wskazówkami co do czasu i miejsca wydania. Istnieją rozmaite encyklopedje biograficzne:

---

[1]) Pono nie znajduje się w handlu księgarskim.

Dictionary of National Biography.

Nouvelle biographie générale.

Allgemeine deutsche Biographie von Freiherr **Liliencron** und **Wegele** (wydawana w dalszym ciągu przez Akademję bawarską).

Russkij biograficzeskij słowar[1]).

Oprócz tego mogą być pomocne różne encyklopedje ogólne, zwłaszcza francuska:

La Grande Encyclopédie oraz:

Ersch und **Gruber.** Allgemeine Encyklopädie der Wissenschaften u. Künste.

BIBLJOGRAFJA.

Treść: 5. Podręczniki treści ogólnej. — Dzieła specjalne: 6. Gieodezja wyższa. — 7. Stan wnętrza ziemi. Temperatura wnętrza. Teorje górotwórcze. — 8. Seismologja. — 9. Statyka i dynamika oceanów. — 10. Teorja przypływów i odpływów. — 11. Teorja rzek. — 12. Lodowce. — 13. Magnetyzm ziemski.

5. Podręczniki treści ogólnej.

Z rzeczy popularnych polskich przytoczę:

S. Kramsztyk. O postaci i ciężarze ziemi. Warszawa, 1882. Str. 93. Cena kop. 50. (Wyczerp.).

— Szkice przyrodnicze z dziedziny fizyki, gieofizyki i astronomji. Warszawa, 1893 r. Str. 347, Cena rb. 3. (Wyczerp.).

— Wybór pism. Warszawa, 1909. Tom I, str. 2 nl. + 397. Cena rb. 2.40. P. rozdziały: II. Zagadka wnętrza ziemi. IX. Okres lodowy w dziejach ziemi. — XV. O ważeniu ciał niebieskich.

O ile liczba podręczników gieografji fizycznej jest bardzo duża, o tyle liczba podręczników gieofizyki jest bardzo niewielka. Można jednak posiłkować się podręcznikami fizyki kos-

---

[1]) Są także podobne encyklopedje biograficzne włoskie, hiszpańskie i t. d. Słownik pisarzy polskich przygotowuje do druku Stefan Demby w Warszawie.

micznej. Jeżeli trochę rozszerzymy program gieofizyki, jeżeli włączymy zjawiska analogiczne do ziemskich, zachodzące na innych ciałach niebieskich, jeżeli położymy większy nacisk na stosunek ziemi do innych ciał systemu słonecznego, to otrzymamy program fizyki kosmicznej.

W języku polskim istnieje tylko jeden podręcznik, mianowicie:

1) **M. P. Rudzki**. F i z y k a z i e m i. Kraków, wydanie Akad. Umiej. 1909. Str. 532. Cena k. 10.

Trzy pierwsze rozdziały dotyczą figury ziemi i siły ciężkości, 4-ty wnętrza ziemi, 5-ty obejmuje seismologję, 6-ty teorje górotwórcze, 7-my statykę oceanów; cztery następne — dynamikę oceanów (prądy, fale, przypływy etc.), 12-ty fizykę rzek, a dwa ostatnie fizykę lodu i lodowców. Ten sam podręcznik wydałem także w języku niemieckim pod tyt. P h y s i k d e r E r d e. Lipsk. Chr. Herm. Tauchnitz, 1911, str. 570. Co do treści, to niemiecki różni się od polskiego tylko o tyle, że uwzględniłem w nim niektóre prace najnowsze, które do polskiego, jako o dwa lata starszego, wejść nie mogły, oraz że poprawiłem niektóre błędy rachunkowe. Podręczniki te zawierają teorje matematyczne. Pisząc, starałem się każdą rzecz tłumaczyć od początku tak, że znajomość rachunku różniczkowego i całkowego oraz zasad fizyki i mechaniki wystarcza do zrozumienia. Zresztą są całe rozdziały, nie zawierające ani jednego wzoru. Dalszą ocenę pozostawiam czytelnikowi i przechodzę do oceny dwu niemieckich podręczników.

2) **A. Svante Arrhenius**. L e h r b u c h d e r k o s m i s c h e n P h y s i k. Lipsk. Hirzel. 1903, str. 1026. Cena m. 38.

Dzieło to obejmuje znacznie szerszy zakres, niż moja fizyka ziemi; całe rozdziały należą właściwie do astrofizyki, natomiast rozdziały, poświęcone specjalnie fizyce ziemi, są krótsze i mniej wyczerpujące, niż w moim podręczniku. Wykład ARRHENIUSA jest przystępny, matematyki prawie niema, ale w wielu przypadkach *A.* musi ograniczać się do twierdzeń ogólnikowych, a niejedno poprostu omija. Dzieło jest interesujące z tego względu, że *A.* wyłożył w nim swoje własne teorje, jednakże z powodu pew-

nej pobieżności, zbyt małej ilości dat i t. d. do uczenia się wolę polecić dzieło mniej rozgłośnego autora, mianowicie:

3) **W. Trabert.** Lehrbuch der Kosmischen Physik. Lipsk. Teubner, 1911. Str. 622. Cena m. 20.

Podręcznik TRABERTA jest napisany mniej barwnie, mniej interesująco, ale znacznie gruntowniej. Wykład jest nietylko pozornie łatwy, lecz w rzeczywistości ułatwiający studjowanie, bo autor umie bardzo dobrze wskazać, co w danej kwestji jest ważne, co zaś podrzędne. W przeciwstawieniu do ARRHENIUSA TRABERT podaje (w osobnych paragrafach) dowody matematyczne. Co do zakresu, objętego przez dzieło TRABERTA, mogę powiedzieć mniej więcej to samo, co o dziele ARRHENIUSA, że obejmuje znacznie więcej od mojej fizyki ziemi (np. pierwsze 250 str. właściwie należą do astronomji i astrofizyki) i że odwrotnie, rozdziały, poświęcone fizyce ziemi są o wiele krótsze, niż u mnie (por. np. teorję przypływów lub prądów). Fizyki lodu i lodowców oraz fizyki rzek niema wcale. Dużo miejsca poświęca TRABERT pojęciom zasadniczym mechaniki i astronomji i historji ich rozwoju.

4) **S. Günther.** Handbuch der Geophysik. Wyd. 2-gie, 2 tomy. Stutgard, 1885. Cena m. 25.

Dzieło to jest prawdziwą kopalnią wiadomości o wszystkim, co kiedykolwiek napisano w dziedzinie gieofizyki. W tym kierunku daleko pozostawia poza sobą pierwsze trzy książki. Jest to owoc olbrzymiej erudycji i pracowitości, ale jednocześnie dzieło dziwnie bezkrytyczne: najdziksze teorje są częstokroć przedstawione zupełnie narówni z najpoważniejszemi. O ile jest pożyteczne dla informacji o historji rozmaitych kwestji, o tyle nieprzydatne, jako podręcznik do uczenia się. Pomiędzy cytatami dużo niedokładnych, np. podaje tom 10-ty, gdy tymczasem w rzeczywistości rozprawa znajduje się w 20-tym i t. d.

W »Encyklopädie der mathematischen Wissenschaften«, wydawanej przez B. G. Teubnera w Lipsku, tom VI, 1 (Teilband) jest poświęcony gieofizyce. Z tomu tego wyszły dotychczas (Luty, 1914) następujące zeszyty:

1. **G. H. Darwin** i **S. S. Hough**. Bewegung der Hydrosphäre (przypływy i odpływy). Cena m. 2.60.

2. **F. R. Helmert**. Die Schwerkraft und die Massenverteilung der Erde. Cena m. 3.

3. **F. M. Exner** i **W. Trabert.** Dynamische Meteorologie. Cena m. 1.80.

4. **A. Schmidt.** Erdmagnetismus.

Zapowiedziane zaś są: 5. Gieologja dynamiczna (E. WIECHERT), 6. Optyka atmosferyczna, 7. Elektryczność atmosferyczna.

Artykuły encyklopedji nie zastąpią podręczników i dzieł specjalnych, bo, mając do rozporządzenia tylko po kilkadziesiąt stronic, autorzy musieli ograniczyć się do przedstawienia współczesnego stanu wiedzy w danym zakresie, w szczegóły zaś, w długie wywody matematyczne wdawać się nie mogli. Tedy nauczyć się z nich wiele nie można, można natomiast powziąć wiele ważnych wiadomości.

Istnieje osobne w kilku językach czasopismo gieofizyczne p. t.:

Beiträge zur Geophysik. Wydaje je W. Engelmann w Lipsku, redakcja zaś ma siedzibę w Strasburgu. Redagowane nieco bezkrytycznie.

Przechodzimy teraz do dzieł i traktatów specjalnych:

6. Gieodezja wyższa.

Figura ziemi, figury równowagi, siła ciężkości.

Z czasów Uniwersytetu Wileńskiego mamy książkę polską, napisaną przez wykładającego tam gieodezję:

A. Szahin. Jeodezya wyższa (t. I). Wilno, 1829. Str. XXVI+232.

Dziś dzieło to jest zupełnie przestarzałe; np. na str. 162 znajdujemy twierdzenie, że nie można obliczyć figury ziemi z długości wahadła sekundowego w różnych szerokościach, bo »sposób ten zależący od nieznajomej gęstości ziemi nie daje jednostajnych wypadków na spłaszczenie i do ścisłego mierzenia figury ziemi z pewnością użyty być nie może«. Tymczasem obecnie sposób ten nietylko jest w użyciu, ale przez wielu nie bez racji jest uważany za pewniejszy, niż metody, oparte na pomiarach gieodezyjnych. Czytając książkę SZAHINA, zwłaszcza rozdz. VI-ty, widzimy, jak bardzo od owych czasów postąpiła naprzód technika pomiarów.

Z polskich autorów o pomiarach siły ciężkości w Krakowie pisał:
L. Birkenmajer. Wyznaczenie długości wahadła sekundowego w Krakowie oraz dwu innych miejscowościach W. Ks. Krakowskiego. Odbitka z XXXII tomu Rozpraw w. mat.-przyr. Akademji Umiejętności. Kraków, 1896. Str. 68. Cena k. 1.40.

Jako podręcznik do studjów początkowych polecam:

A. R. Clarke. Geodesy. Oxford, 1880, str. 356.

Dzieło to było tłumaczone na inne języki, także na język rosyjski (przekładu dokonał W. Witkowski). Napisane treściwie, jasno, uwzględnia ważniejsze podstawy teorji, podaje nawet niektóre rzeczy z teorji narzędzi. Ponieważ jednak dzieło to liczy już przeszło trzydzieści lat wieku, więc o obecnym stanie wiedzy lepiej można się poinformować z pierwszych trzech rozdziałów mojej Fizyki ziemi. Przekład niemiecki »Physik der Erde« zawiera nawet rezultaty najnowszych pomiarów siły ciężkości na morzu przez O. Heckera. Technikę pomiarów wogóle pominąłem. Zrobiłem wszakże wyjątek dla teorji nowego aparatu Jäderina (druty lub wstęgi stalowe), służącego do mierzenia podstaw (baz), bo tej w podręcznikach znaleźć nie można.

Do dalszych studjów w kierunku techniki pomiarów i teorji narzędzi z pośród ogromnego mnóstwa podręczników może najlepiej będzie polecić cieszący się wielką wziętością podręcznik:

W. Jordan. Handbuch der Vermessungskunde. Wydanie 7-me, 3 tomy. T. I. Ausgleichungs-Rechnung. T. II. Feld u. Landmessungen. T. III. Höhere Geodäsie. Stutgard. 1908[1]). Cena m. 14 + m. 20 + m. 15.

Do dalszych studjów teoretycznych polecam przedewszystkim dwa dzieła:

F. Tisserand. Mécanique céleste. Tom II. Paryż. 1891. Str. 547. Cena fr. 28.

Dzieło wielkiej wartości, napisane pięknym stylem, jasno i z ogromną znajomością rzeczy. Prowadzi do samych wyżyn wiedzy. Łatwe naturalnie nie jest, ale rzeczy, o których traktuje, »łatwo« wyłożyć nie można. Teorji pomiarów gieodezyjnych i trygonometrji na elipsoidzie nie zawiera. Natomiast zawiera je:

F. R. Helmert. Theorieen der höheren Geodäsie. Dwa tomy. Lipsk, 1880 i 1884. Str. 631 i 610. Cena tomu m. 20.

---

[1]) Sam swego czasu często z korzyścią posługiwałem się podręcznikiem **C. Bohna**: Die Landmessung. Berlin, 1888, str. 753. Dziś wszakże podręcznik ten nieco zestarzał się.

Teorję figur równowagi HELMERT traktuje o wiele krócej, niż TISSERAND; właściwie tylko o tyle, o ile to jest koniecznie potrzebne do teorji figury ziemi. Co do erudycji, znajomości rzeczy i gruntowności — dzieło HELMERTA nie ustępuje dziełu TISSERANDA, ale wykład jest często ciężki, niezgrabny. Oba dzieła TISSERANDA i HELMERTA poniekąd uzupełniają się wzajemnie.

H. Poincaré. Figures d'équilibre. (Wykłady H. P-go zredagowane przez L. DREYFUSA). Paryż, 1902. Str. 206. W książce tej wyłożone są w sposób dosyć łatwy tak zasady teorji figur równowagi, jak własne odkrycia POINCARÉ'GO w tej teorji. Z powodu figury gruszkowatej (str. 161) muszę zauważyć, że wedle wszelkiego prawdopodobieństwa jest ona niestałą. Bliższe szczegóły o kontrowersji, dotyczącej stałości figury gruszkowatej, patrz w mojej Physik der Erde, str. 212[1]). W cytatach na str. 210 tegoż dzieła i następnych znajdzie czytelnik całą literaturę figury gruszkowatej. Ostrzegam, że zrozumienie wymienionych tam rozpraw wymaga gruntownego fachowego przygotowania. Są to bowiem rzeczy trudne. Słynna rozprawa POINCARÉ'GO w VII tomie »Acta Mathematica« wydaje się, jak zresztą wszystkie jego dzieła, nietrudną. Nadzwyczaj świetny, porywający styl nie pozwała czytelnikowi spostrzec trudności matematycznych; ale niechże kto weźmie ołówek i sprobuje powtórzyć rozumowanie, wtedy dopiero spostrzeże, że POINCARÉ przeskakuje po kilka wzorów przejściowych. W dodatku, znając, jak nikt, wszystkie arkana analizy, POINCARÉ często używa metod niezwyczajnych.

Powinniśmy też wymienić:

W. Thomson i **P. G. Tait.** A Treatise on Natural Philosophy. 2 tomy, Cambridge, 1883 i 1886. Str. 508 i 527. Cena szyl. 16 i 18. — Jest to właściwie mechanika teoretyczna, ale zawiera w samym tekście i w dodatkach, na końcu tomu drugiego, mnóstwo zadań gieofizycznych. Wszak stronice 333—335 tomu drugiego natchnęły POINCARÉ'GO do napisania wymienionej nieco wyżej znakomitej rozprawy o równowadze ciał ciekłych.

---

[1]) W polskim tekście na str. 188.

Wymienimy dalej dzieła G. H. Darwina. Dotyczą one nietylko figur równowagi, lecz także innych działów gieofizyki, zwłaszcza teorji przypływów. Wyszły niedawno w wydaniu zbiorowym:

G. H. Darwin. Scientific Papers. 4 tomy, Cambridge. 1907, 1908, 1910, 1911 (każdy po 15 szyl.). Pierwszy obejmuje rozprawy, dotyczące teorji przypływów, drugi rozprawy o tarciu przypływowym, trzeci dotyczy figur równowagi, czwarty orbit perjodycznych.

Teorja figur równowagi i teorja figury ziemi są wprawdzie jednym z trudniejszych, ale jednocześnie najbardziej interesujących przedmiotów nietylko w gieofizyce, lecz nawet w naukach ścisłych wogóle. Pracowali nad niemi (a tak samo nad teorją przypływów) tacy wielcy uczeni, jak Newton, Clairaut, Laplace, Jacobi, Poincaré i t. d.

Na zakończenie powiem, że bibljografję gieodezji do 1889 roku podał

O. Boersch. Geodätische Litteratur. Neufchâtel, 1889,

oraz, że chcąc śledzić najnowsze postępy gieodezji, trzeba przeglądać sprawozdania międzynarodowego Stowarzyszenia Gieodezyjnego (Comptes Rendus des séances... de l'Association géodésique internationale). Zresztą rozprawy z zakresu gieodezji wyższej są rozproszone po rozmaitych czasopismach astronomicznych, po wydawnictwach akademji, obserwatorjów oraz państwowych instytutów gieodezyjnych. Wogóle literatura gieodezyjna jest dosyć obfita.

7. Stan wnętrza ziemi. Temperatura wnętrza. Teorje górotwórcze.

H. Thiene. Temperatur und Zustand des Erdinneren. Jena. 1907. Str. 92.

Przegląd teorji i wiadomości o stanie wnętrza ziemi. Uczyć się z tego nie można, ale można zorjentować się w literaturze przedmiotu.

P. Puiseux. La terre et la lune. Paryż, 1908. Str. 173.

Książka popularna. Interesującym jest porównanie księżyca z ziemią.

R. Emden. Gaskugeln. Lipsk, 1907. Str. 489. Cena m. 13. Można tej książce zarzucić pewną rozwlekłość, powtarzanie się, niezbyt trafny układ. Sądzę, że przy innym układzie mogłaby być nieco krótszą. Pomimo tego jest to bardzo dobra książka, oryginalnie przez autora pomyślana i opracowana, z której można dużo nauczyć się. Idzie w niej o termodynamikę ciał gazowych; specjalne rozdziały traktują o stanie termicznym słońca i ziemi.

A. E. H. Love. Some Problems of Geodynamics. Cambridge, 1911. Str. 178. Cena szyl. 12.

Autor wykłada tu pewną specjalną teorję odkształceń ziemi. Kto chce dowiedzieć się, o co chodzi, niech zajrzy do mojej Fizyki ziemi (rozdz. VI-ty).

Dawniejsza teorja stanu termicznego ziemi opierała się na klasycznym dziele **J. Fouriera**. Théorie analytique de la chaleur. Dzieło to było kilkakrotnie wydawane po francusku i w tłumaczeniach na języki obce. Np. B. Weinsteina (niemieckie), Berlin, 1884, str. 476.

Słynna rozprawa **W. Thomsona**: On the Cooling of the Earth, zamieszczona w dodatkach na końcu drugiego tomu wyżej cytowanego dzieła: Treatise on Natural Philosophy, jest niczym innym, jak zastosowaniem teorji Fouriera do ziemi. Ostrzegam jednak, że stanowisko Thomsona dziś utrzymać się nie da. (Por. Fizyka ziemi, rozdz. IV-ty, §§ 5, 6 i 7).

O ile idzie o teorje górotwórcze, to trzeba uwzględnić też literaturę gieologiczną z zakresu gieologji dynamicznej. Literatura ta jest bardzo obszerna; nie mówiąc o dawniejszych dziełach **Suessa** (Entstehung der Alpen), **Heima** (Mechanismus der Gebirgsbildung), Dany, Mallard-Reade'a i t. d. wspomnę, że Bertrand, Schardt, Lugeon, Haug wykształcili całe szkoły gieologów, zajmujących się tektoniką i teorjami górotwórczemi. Liczba prac gieologicznych, poświęconych kwestjom górotwórczym, jest ogromna.

Z pomiędzy polskich gieologów wymienię: M. LIMANOWSKIEGO i J. NOWAKA, ale po bliższe informacje odsyłam do działu gieologji.

Nie ze stanowiska gieologicznego, lecz ze stanowiska fizycznego, mechanicznego traktował teorję tworzenia się fałdów **M. Smoluchowski** w dwu ważnych pracach: Über ein gewisses Stabilitätsproblem der Elastizitätslehre. Bulletin de l'Acad. des Sciences de Cracovie. Dział Mat. Przyr., 1909 r. (czerwiec) i Versuche über Faltungserscheinungen schwimmender elastischer Platten, w tym samym czasopiśmie i w tym samym roczniku, str. 727—734.

Do teorji izostatycznych deformacji odnoszą się się rozprawy:

M. P. Rudzki. Deformationen der Erde während der Eiszeit. Zeitschrift für Gletscherkunde. Tom I (str. 182—192) i

J. F. Hayford. The Figure of the Earth and Isostasy. Waszyngton, 1909.

Tegoż: Supplementary Investigation of the Figure of the Earth. Waszyngton, 1910.

J. F. Hayford and **W. Bowie.** The effect of topography and isostatic compensation... Waszyngton, 1912.

W. Bowie. Effect of topography and isostatic compensation... (II paper). Waszyngton, 1912.

Rozprawy te wyszły jako wydawnictwa Coast and Geodetic Survey. HAYFORD rozpatruje kwestję z punktu widzenia gieodety, ale prace te rzucają wiele światła na teorję izostazji, budowy skorupy ziemskiej i t. d.

8. Seismologja.

Podręczniki:

C. G. Knott. The Physics of Earthquake Phenomena. Oxford, 1908. Str. 283. Cena szyl. 14.

Książka napisana popularnie, wzorów matematycznych prawie nie zawiera. Wykład jest jasny i treściwy, a ponieważ KNOTT dobrze umie matematykę i teorję sprężystości, więc zupełnie poprawny. Jedno, co możnaby wytknąć tej książce, to

niekiedy niedokładne zdawanie sprawy z prac cudzych. Wygląda to tak, jakgdyby KNOTT sam nie czytał omawianych przez się prac, lecz sądził na podstawie jakiegoś referatu.

F. de Montessus de Ballore. Les Tremblements de Terre. Paryż, Colin, 1906. Str. 475. Cena fr. 12,

— La Science seismologique. Paryż, Colin, 1906. Str. 559. Cena fr. 16.

Dzieła również popularne, a z powodu erudycji autora i z powodu nagromadzenia wielu faktów użyteczne. Niestety, autor nie zna się ani na matematyce, ani na mechanice, ani na fizyce i z tego powodu popełnia niekiedy rażące błędy. Wzory matematyczne (nieliczne zresztą), które autor zapewne przepisał z podręczników fizyki, są straszliwie poprzekręcane.

Aby poznać właściwą teoretyczną seismologję, trzeba najpierw nauczyć się teorji sprężystości. Jako dobry nowy podręcznik mogę polecić:

A. E. H. Love. A Treatise on the Mathematical Theory of Elasticity. Wydanie 2. Cambridge, 1906. Str. 551. Cena szyl. 18.

Dzieło to, jako napisane przez autora, zajmującego się gieofizyką, jest lepiej dostosowane do jej potrzeb, niż inne podręczniki.

Z rozpraw wymienię:

E. Wiechert. Über Erdbebenwellen. Göttinger Nachrichten. 1907.

M. P. Rudzki. O rozchodzeniu się drgań podczas trzęsień ziemi. Rozprawy Wydziału Matematyczno-przyrodniczego Akademji Umiejętności w Krakowie. Tom XXXIII, 1898. Str. 348—376.

Tenże. Parametrische Darstellung der elastischen Welle in anisotropen Medien. — Bulletin de l'Acad. des Sciences de Cracovie, 1911 (październik).

H. Lamb. On the Propagation of Tremors. Philosophical Transactions R. S. London. Ser. A. T. 203, 1904. Str. 1—42.

Czasopisma seismologiczne:

Bolletino della Societa sismologica italiana,

wychodzi w Modenie (redaktor prof. **L. Palazzo** w Rzymie). Cena 18 lirów rocznie.

Bulletin of the Imperial Earthquake Investigation Commitee. Wychodzi w Tokjo (redaktor prof. **F. Omori**).

Nachrichten der Seismologischen Kommision der Kais. Akademie der Wiss., Petersburg.

9. Statyka i dynamika oceanów.

O. Krümmel. Handbuch der Ozeanographie. Dwa tomy. Stutgard, 1907 i 1911. Str. 526 i 766. Cena tomu I m. 22, tomu II — m. 32.

Pierwszy tom poświęcony statyce, drugi dynamice oceanów. Dzieło to jest prawdziwą kopalnią wiadomości, faktów i dat. Napisane z punku widzenia gieograficznego, bez dostatecznej znajomości matematyki i fizyki. Z tego powodu już w pierwszym, a jeszcze więcej w drugim tomie, są rzeczy słabe, bałamutne, a nawet błędne. Krümmel nie poznał się np. na błędzie w teorji prądów W. Ekmana, pomimo tego że wytknął go O. E. Schiötz (por. str. 450 mojej Physik der Erde).

Przez błędne traktowanie warunku w powierzchni granicznej między wodą a powietrzem Ekman otrzymał błędne prawo, że na północnej półkuli od równika do bieguna prąd zbacza o 45^0 na prawo od kierunku wiatru, a na południowej o tyleż na lewo od kierunku wiatru. Tymczasem w rzeczywistości zboczenie to jest zależne od szerokości gieograficznej: równe zeru na równiku, a coraz to większe, im bliżej bieguna. Z tym zastrzeżeniem, że w kwestjach, dotyczących teorji fizycznych, mechanicznych i chemicznych, należy traktować zdanie Krümmla z pewną dozą krytyki, dzieło jego jest bardzo pożyteczne i ważne.

Do nauczenia się hidrodynamiki, która jest podstawą teorji fal, przypływów i t. d., polecam podręczniki:

W. Wien. Lehrbuch der Hydrodynamik. Lipsk, 1900.

H. Lamb. Hydrodynamics. Wyd. 3, Cambridge, 1906. Cena szyl. 20.

10. Teorja przypływu i odpływu.

Podobnie jak teorją figur równowagi i figury ziemi, tak samo i teorją przypływów zajmowali się najznakomitsi matematycy. W historji jej rozwoju natrafiamy kolejno na nazwiska: Newtona, Bernoullego, Laplace'a, Airy'ego, Kelvina, (W. Thomsona), Poincaré'go.

Wstępne zaznajomienie się z teorją tą ułatwia wyborna popularna książka:

G. H. Darwin. Tides and Kindred Phenomena of the Solar System. New and revised edition, 1913. Cena szyl. $7^1/_2$.

Książeczka ta wyszła w kilku wydaniach angielskich i została przetłumaczona na kilka języków. Tłumaczenie niemieckie A. Pockelsa p. t.:

G. H. Darwin. Ebbe und Flut. Wyd. II. Lipsk, 1911. Cena m. 8.

O tym, że pierwszy tom zbiorowego wydania dzieł G. H. Darwina zawiera jego prace z zakresu teorji przypływów, wspomniałem już wyżej.

Zaznajomienie się z teorją matematyczną może ułatwić niewielka książeczka:

Ph. Hatt. Les Marées. (Encyclopédie scientifique des aides mémoires). Paryż (bez daty). Str. 222.

Ale jako podręcznik do nauczenia się tej teorji należy wziąć:

M. Lévy. Leçons sur la théorie des marées. Cz. I, Paryż, 1898. Str. 298.

(Autor umarł przed wydaniem części drugiej).

Jest to dzieło napisane pięknie, jasno i ściśle, jednak nie dochodzi do tych wyżyn, na które wznosi czytelnika teorja przypływów H. Poincaré'go, zawarta w tomie trzecim jego Leçons de mécanique céleste[1]. (Paryż, 1910).

Książka Levy'ego wybornie przedstawia zasady teorji

---

[1]) Nie należy mieszać tego dzieła z innym dziełem **Poincarégo** p. t. Les méthodes nouvelles de la mécanique céleste.

i z tego powodu doskonale nadaje się jako podręcznik do nauki; książka zaś POINCARÉ'GO należy do tych, które posuwają wiedzę naprzód. Wybiega ona daleko poza wszystko, co przedtym było napisane, ale nie nadaje się jako podręcznik, bo podobnie, jak inne dzieła tego autora, jest tylko pozornie łatwą, w rzeczywistości zaś wymaga wielkiego przygotowania. Mogą czytać ją z pożytkiem tylko bardzo daleko już w nauce posunięci.

Teorja drgań stojących (Seiches):

G. Chrystal. On the hydrodynamical Theory of Seiches. Transactions of the R. Society, Edinburgh. Tom XLI. 1905. Str. 599—649. — Praca podstawowa; zawiera też literaturę przedmiotu.

Czasopismo specjalne:

Annalen der Hydrographie und maritimen Meteorologie. Wydawca H. Mittler und Sohn w Berlinie.

11. Teorja rzek.

Prac gieograficznych o rzekach, dolinach rzecznych jest mnóstwo. Dla teorji matematycznej najważniejsze są prace:

J. Boussinesq'a, dawniejsza pod tytułem: Essai sur la théorie des eaux courantes. Mémoires des savants étrangers, tom 23, i nowsze dwie, stanowiące wszakże całość:

— Théorie de l'écoulement tourbillonant—oraz druga, nosząca ten sam tytuł, a oprócz tego podtytuł: Étude des régimes graduellement variés. Obie wydane w Paryżu w r. 1897. Str. 64 i 76.

Są to prace bardzo gruntowne i w tym zakresie podstawowe, ale napisane ciężko i rozwlekle. Analiza jest często zawiła. Oprócz tego można poinformować się o prawach empirycznych biegu rzek z podręczników hidrauliki, których jest bardzo dużo.

Wspomnę tu o napisanym po rosyjsku przez Polaka ś. p. prof. **Jewniewicza** podręczniku pod tytułem Kurs hidrauliki. Petersburg, 1891.

Bardzo ważną dla teorji biegu rzek jest praca doświadczalna:

O. Reynolds. *On the law of resistance to the flow of water.* Philosophical Transactions. Tom 174. Część II.

Od 1898 r. wychodzi w Lipsku, redagowane przez H. GRAVELIUSA, czasopismo, poświęcone rzekom i wodom lądowym wogóle, p. t.:

Zeitschrift für Gewässerkunde.

12. Lodowce.

Literatura gieologiczna i gieograficzna, dotycząca lodowców, jest olbrzymia. Istnieje osobne czasopismo, poświęcone lodowcom p. t.:

Zeitschrift für Gletscherkunde, für Eiszeitforschung und Geschichte des Klimas, wychodzące w Berlinie u Bornträgera (redaktor E. BRÜCKNER w Wiedniu) tomami, po 5 zeszytów w tomie. Cena tomu m. 18.

Prace, odnoszące się do fizyki lodu, są rozproszone po rozmaitych czasopismach fizycznych i mineralogicznych, nawet meteorologicznych. Ważniejsze prace wymieniłem w ostatnich dwu rozdziałach mojej *Fizyki ziemi*[1]).

Ilość hipotez, które stawiano w celu objaśnienia epoki lodowej, jest ogromna. Nie sądzę jednak, aby literatura ta była warta studjowania; nie zrobiłbym nawet wyjątku ani dla słynnej swego czasu książki **J. Crolla:** *Climate and Time*, ani dla Sir **R. Balla:** *The Cause of an Ice Age*. Możebnych przyczyn epoki lodowej jest wiele, ale nie mamy, przynajmniej dotychczas, dostatecznego kryterjum, aby rozstrzygnąć, która, czy które z nich rzeczywiście ją spowodowały. Być może, że wśród rozlicznych hipotez jest jakaś, która trafnie odgadła prawdę. Ale jak to sprawdzić? Gdy ktoś odgaduje przyszłość, to jeżeli nie my sami, to nasi następcy będą mogli sprawdzić

---

[1]) W jęz. pol. drukuje się monografja o lodzie, opracowana przez A. B. DOBROWOLSKIEGO, który dwa rozdziały swej pracy streścił w broszurze: *Les cristaux de glace*, avec 31 figures dans le texte. (Arkiv för kemi, mineralogi, och geologi utgifvet af K. Svenska Vetenskapsakademien. Band 6, N 7). Stockholm. Almqvist & Wiksells Boktryckeri-A.-B. Berlin, R. Friedländer & Sohn, 11 Carlsstrasse. 1916. Str. 53.

przepowiednię; ale gdy ktoś odgaduje przeszłość, to sprawdzenie jest absolutnie niemożliwe.

Jako podręcznikiem do nauki o lodowcach można z korzyścią posługiwać się książką:

H. Hess. Die Gletscher. Brunświk, 1904.

13. Magnetyzm ziemski.

S. L. Kuczyński. O sile magnetycznej ziemi. Kraków, 1847.

Mała broszurka.

E. Mascart. Traité de magnétisme terrestre. Paryż, 1900. Str. 441.

Z tego podręcznika można poznać zasady teorji magnetyzmu i pomiarów magnetycznych.

Rozkład gieograficzny izogonów, izoklinów i t. d. można poznać z atlasu:

Berghaus. Physikalischer Atlas. Dział IV. Erdmagnetismus, Gotha, 1892. — Można nabywać oddzielne działy.

Metody pomiarów można poznać z dzieła:

J. Liznar. Anleitung zur Messung und Berechnung der Elemente des Erdmagnetismus. Wiedeń, 1883. Str. 77.

Literaturę i wiadomości o pomiarach magnetycznych w Polsce zebrał **W. Dziewulski** w tomie I Encyklopedji Polskiej. Kraków, 1912. Str. 685, z 36 mapami i 15 rycin. Cena k. 25, w rozdziale p. t.: O pomiarach magnetycznych na ziemiach polskich. Str. 17—22 [1]).

---

[1]) Nad mapą magnetyczną Królestwa Polskiego pracuje w Warszawie Stanisław Kalinowski, który założył (w r. 1914) w Świdrze (20 klm. od Warszawy) obserwatorjum magnetyczne. Zadaniem tej pracowni będzie: 1° umożliwienie redukcji pomiarów magnetycznych w poszczególnych punktach Królestwa. 2° dołączenie się na stałe do sieci obserwatorjów europejskich w celu wspólnej pracy.

Obserwatorjum składa się z dwu budynków. W jednym z nich umieszczone są przyrządy samopiszące systemu A. Schmidta (skompensowane termicznie). Drugi budynek jest przeznaczony do pomiarów absolutnych, przy pomocy wielkiego teodolitu magnetycznego F. Sartorjusa

Zasadniczemi dla teorji magnetyzmu są dwie rozprawy:

G. F. Gauss. Intensitas vis magneticae terrestris ad mensuram absolutam revocata,

— Allgemeine Theorie des Erdmagnetismus.

Obie rozprawy znajdują się w V-tym tomie zbiorowego wydania dzieł Gaussa, wyd. przez Kr. Towarzystwo naukowe w Gietyndze. Gietynga, 1867.

Obie, jak wszystko, co pisał Gauss, do czytania trudne (pierwsza w dodatku po łacinie [1]), analiza ścisła, ale również trudna. Warto na tym miejscu ostrzec, że jak to dziś napewno twierdzić można, pewna część sił magnetycznych ziemskich nie posiada potencjału, zatym do wyrażenia sił tych teorja Gaussa nie wystarcza.

Od kilkunastu lat wychodzi czasopismo, poświęcone wyłącznie magnetyzmowi ziemskiemu i elektryczności atmosferycznej pod tytułem:

Terrestrial Magnetism and Atmospheric Electricity (artykuły w różnych językach), red. przez L. Bauera w Washingtonie.

---

oraz induktora ziemskiego G. Schulzego. Ustawiony na stałe instrument uniwersalny posłuży do kontroli azymutu miry oraz sprawdzenia chronometrów. Do mierzenia czasu służyć będzie zegar wahadłowy (z wahadłem Rieflera), zegar ten będzie ustawiony w trzecim budynku, gdzie będzie się mieściło biuro Obserwatorjum; do tegoż celu będą przeznaczone dwa chronometry (jeden Denta, drugi Nardina). Por. sprawozdanie: **St. Kalinowski.** Obserwatorjum magnetyczne w Świdrze pod Warszawą. Odb. z »Wektora«. Warszawa, 1914, str. 24, z ilustracjami.

[1]) Została podobno przetłumaczona na język niemiecki.

METEOROLOGJA

OPRACOWAŁ

R. MERECKI.

METEOROLOGJA.

WSTĘP OGÓLNY.

Treść: 1. Przedmiot i zadania meteorologji — 2. Przewidywany rozwój meteorologji. — 3. Program ogólny.

1. Dział fizyki kuli ziemskiej, zajmujący się zmiennością stanów powłoki powietrznej, okalającej ziemię, zwie się meteorologją. Meteorologja współczesna powstała z chwilą, kiedy uzyskano możność liczbowego określania zmian atmosferycznych przy pomocy barometru i termometru, i wkrótce też po wynalezieniu tych narzędzi, mianowicie między r. 1649 i 1654, powstała nowa organizacja, najściślej dotychczas z nauką spojona, pierwsza sieć stacji meteorologicznych, prowadzących spostrzeżenia według jednolitego planu w kilku miastach włoskich, oraz w Paryżu, Osnabrücku, Insbrucku i Warszawie.

Nader złożone zjawisko, t. zw. stan chwilowy pogody, łatwiej można zaobserwować i opisać, jeżeli wydzielimy za pośrednictwem spostrzeżeń pewne czynniki składowe, zwane czynnikami meteorologicznemi, i poddamy je badaniom oddzielnie, wyjaśniając ich współudział w zjawisku całkowitym. Lecz czynniki te posiadają niejednakową wagę, zależnie od tego, z jakiego punktu widzenia zamierzamy je rozważać. Jedne z nich, jak np. temperatura powietrza, opady, posiadają najwybitniejszy »wpływ na życie zwierzęce i roślinne«, i badanie

Uwaga: Z powodu nieobecności autora w kraju podczas druku pracy niniejszej korekta autorska oraz pewne uzupełnienia bibljograficzne zrobione zostały przez Redakcję.

takich czynników według A. HUMBOLDTA stanowi przedmiot klimatologji, nauki o klimacie, posiłkującej się metodą opisową i statystyczno-gieograficzną.

Inne natomiast czynniki należy wydzielić, kiedy rozważać będziemy zmienne stany pogody współcześnie, na znacznej przestrzeni ziemi. Wówczas bowiem na plan pierwszy występują zmiany ciśnienia powietrza i kierunku wiatru i zmiany te w przestrzeni i czasie, przedstawione według umówionego schematu, dały nową metodę badań, metodę synoptyczną, dzięki której wykryto, że w naszych szerokościach pozazwrotnikowych stan pogody jest uwarunkowany zmiennym stanem ciśnienia według dwu zasadniczych typów, stanu ciśnienia nizkiego i stanu ciśnienia wysokiego. Stany te przechodzą z miejsca na miejsce, przenosząc właściwy im układ czynników meteorologicznych. Tę właściwość zużytkowano w drugiej połowie stulecia XIX do przewidywań stanu pogody na dzień najbliższy, wysyłanych z odpowiednio zorganizowanych biur centralnych za pośrednictwem telegrafu.

Klimatologja i meteorologja synoptyczna niepodzielnie panowały do ostatniego dziesięciolecia ubiegłego wieku, nadając wybitnie praktyczny kierunek spostrzeżeniom dokonywanym i opracowaniu spostrzeżeń. Zwierzchni kierunek sieci meteorologicznych i instytucji centralnych objęły rządy poszczególnych państw, wnosząc rutynę, ociężałość i biurokratyzm; wzamian wszelako — tylko dzięki poparciu rządów i przeznaczonym znacznym budżetom istnieć mogą współczesne organizacje meteorologiczne, posiłkujące się dziesiątkami tysięcy współpracowników.

Na uboczu, nie wywierając znaczniejszego wpływu na bieg ogólny, tworząc zamkniętą całość, rozwijał się kierunek teoretyczny, zapoczątkowany przez FERRELA w drugiej połowie stulecia ubiegłego i silnie rozwinięty w ostatniej ćwierci wieku. Na wirującym, jednolitym globie ziemskim, na podstawie znanych praw mechaniki, usiłowano odtworzyć systematy statecznych wiatrów, obserwowanych na istotnej kuli ziemskiej. Jest to zagadnienie, dotyczące ogólnego krążenia atmosfery. W podobny sposób próbowano również wyznaczyć teoretyczną

drogę cząsteczki powietrza, unoszonej zmiennym wiatrem w obrębie wirów, w stanach ciśnienia nizkiego i wysokiego. Należało również wyjaśnić prawa powstawania tych wirów, prawa ich biegu, oraz związek z krążeniem ogólnym atmosfery. Te podstawowe zagadnienia nie znalazły zadowalającego rozwiązania; wyniki teoretyczne nie zgadzały się z wynikami, dostarczanemi przez obserwację. Sprzeczność zarysowała się zwłaszcza, kiedy porównano przypuszczalny, według najwięcej rozpowszechnionej teorji, rozkład temperatury w kierunku pionowym, w obrębie wirów atmosferycznych, z istotnym, wskazywanym przez spostrzeżenia na stacjach wysoko nad poziom wzniesionych, na stacjach górskich.

Niezależnie zresztą niektóre dociekania, oparte na mechanicznej teorji ciepła, wprost narzucały potrzebę sondowania górnych warstw atmosfery. Zadanie rozwiązano przy pomocy balonów z osadą, balonów z samopisami i latawców i w ciągu ostatnich dwudziestu lat stworzono nowy dział, meteorologję warstw górnych atmosfery, osiągając nowe, zgoła nieoczekiwane wyniki. Imponujący rozwój fizyki ostatnich czasów zastał meteorologję nieprzygotowaną do przyjęcia nowych prawd; nastąpił okres zamieszania, z którego nauka stara się otrząsnąć. Zrozumiano bezowocność poszukiwań, opartych na spostrzeżeniach z jednego terytorjum i konieczność rozszerzenia badań na całą kulę ziemską; przekonano się, że mechanizm atmosfery jest o wiele więcej złożony, niż przypuszczano dotychczas. Jakkolwiek nowe teorje nie zarysowały się jeszcze wyraźnie, wszelako jasny jest kierunek ogólny, według którego meteorologja stać się ma istotną Fizyką atmosfery.

2. Jakkolwiek obecny stan meteorologji jest zaledwie zarysem tego, co dać może przyszły rozwój nauki, niemniej jednak zasadnicze metody, dzisiaj używane, powinny utrzymać się i nadal, przystosowując się tylko do nowych wymagań. Utrzyma się więc nadal metoda statystyczna w klimatologji i dział ten w dalszym ciągu rozwijać się będzie, w spojeniu najściślejszym ze wszelkiemi objawami kultury w stosunkach życiowych człowieka. Rozwinie się i uzupełni metoda synoptyczna; w tej

dziedzinie oczekiwać nawet należy nader poważnych wyników praktycznych, dotyczących rozwoju przewidywań stanów pogody. Metody stawiania prognoz wciąż doskonalą się; lecz nawet w teraźniejszym stanie rzeczy oddałyby nieocenione usługi gospodarstwu krajowemu, gdyby mogły we właściwym czasie informować interesowanych. Tę zasadniczą sprawę rozwiązał decydująco telegraf iskrowy (bez drutu). Przypuszczamy, że w najbliższej przyszłości nowa metoda znajdzie się na usługach meteorologji, tymczasem zaś wielką już pomocą jest rozwijająca się na prowincji sieć telefoniczna.

Pomimo wszystkich ulepszeń współczesnych i oczekiwanych, ogół nie wiele korzyści uzyska, jeżeli nie będzie dostatecznie przygotowany teoretycznie do korzystania z prognoz. Wątpliwości nie ulega, że najświetniej przygotowane i ulepszone prognozy nigdy nie osiągną dokładności przewidywań astronomicznych; będą zawsze mniej lub więcej prawdopodobne. Składa się na to i sama zmienność czynników meteorologicznych i wpływ na nie warunków miejscowych. Otóż warunkiem nieodzownym jest pewne, elementarne zresztą, przygotowanie ogółu do umiejętnego korzystania z tych danych, któremi dziś nauka rozporządza. Na szczęście zasadnicze podstawy nauki dają się względnie łatwo uprzystępnić, cała zaś meteorologja praktyczna nie nastręcza trudności dla umysłu, obznajomionego z najelementarniejszemi pojęciami z fizyki ogólnej.

3. Z tego założenia wychodząc, osobliwy nacisk kładziemy na program w zakresie Stopnia I. W granicach tego stopnia można umieścić całkowity wykład meteorologji, odpowiadający potrzebom wykształcenia ogólnego, wymaganiom praktycznym, specjalności wreszcie, w razie chęci zajęcia się nauką w celu gromadzenia spostrzeżeń. Program, odpowiadający Stopniowi drugiemu, przeznaczony jest przedewszystkim dla specjalistów z różnych dziedzin, korzystających z meteorologji, jako środka pomocniczego. Stopień wreszcie III obejmuje luźne wskazówki dla tych, którzy pragną próbować sił własnych w tej gałęzi nauki.

STOPIEŃ I.

Treść: 1. Uwagi ogólne. — 2. Meteorologja w nauczaniu początkowym. — 3. Wskazówki dla zakładających stacje meteorologiczne. — 4. Podstawowy podręcznik meteorologji. — 5. Bibljografja.

1. Tak dalece jesteśmy obyci z zupełną nieświadomością ogółu w dziedzinie zjawisk atmosferycznych, że stan ten nikogo nie razi, nawet z punktu widzenia estetycznego. Wspólna nieświadomość łączy klasy wykształcone z niewykształconemi; łączą wszystkich wspólne »przesądy«, oparte na znanych ogólnie prognozach, związanych z pewnemi datami roku, oraz z decydującym jakoby wpływem »odmian księżyca«. Gdyby statystycznie można było obliczyć wszelkie straty doroczne, poniesione przez jednostki li tylko dla tego, że nie umiały orjentować się w panujących stosunkach pogody, bilans, niewątpliwie, wypadłby poważnie. Wzgląd ten skłoniłby może ogół do bliższego zainteresowania się nauką o zjawiskach, z któremi pozostaje w ciągłej styczności.

Nauka o pogodzie, inaczej meteorologja ogólna, w tym stanie, w jakim ją dzisiaj widzimy, a który w ogólnych zarysach długi czas jeszcze trwać będzie, przedstawia pewien schemat, łatwy do ujęcia przy nader niewysokim poziomie wiadomości z matematyki i fizyki. Jest więc dziedziną dostępną dla wszystkich i, jak łatwo zrozumieć, potrzebną dla wszystkich, przedewszystkim z punktu widzenia wykształcenia ogólnego, które wymaga naukowego poglądu na całokształt otaczającej nas przyrody, następnie ze względów praktycznych, z przyczyny najściślejszego związku stanu pogody z życiem we wszelkich jego przejawach.

Literatura podręcznikowa przedmiotu w zakresie Stopnia I jest dość rozwinięta; każdy chętny z łatwością może osiągnąć pewien zasób wiadomości, przynajmniej najniezbędniejszych. Nie to jednak mamy głównie na widoku. W przeświadczeniu, że meteorologja coraz więcej wszczepiać się będzie w życie ogółu, i to w czasie nie nader odległym, wnosimy, że jej podstawy muszą być rozpowszechnione wśród najszerszych warstw ogółu. To zaś da się osiągnąć jedynie przez wprowadzenie meteorologji do szkolnictwa początkowego. Oprócz względów praktycznych (meteorologja jest już przedmiotem obowiązującym w szkołach zawodowych: rolniczych, leśnych, ogrodniczych i in.) przemawia za tym jeszcze wzgląd ściśle pedagogiczny.

2. Nauka przyrody w szkolnictwie początkowym ma wskazać dzieciom, jak mają patrzeć świadomie na otaczające je zjawiska. W tym celu są już powszechnie prowadzone t. zw. pogadanki przyrodnicze, przeważnie na tle życia roślinnego i zwierzęcego. Oczywiście każde zjawisko, umiejętnie zobrazowane i wyjaśnione, wpływa rozwijająco. Niemniej jednak pierwszeństwo mieć powinny te zjawiska, których istota przeczy pozorom, jak zjawisko obrotu sklepienia niebieskiego, a także te, w których najwięcej nagromadziło się wiekowych przesądów. Oprócz tego decydującym być powinien stopień zainteresowania się uczniów. Nie mają tych cech ogólnie przyjęte pogadanki o zwierzętach i roślinach. Świat ten dzieci wiejskie znają dość dobrze, miejskie nie interesują się nim zgoła. Aby wywołać zainteresowanie, podręczniki ubierają pogadanki w pewną szatę fantazji, lecz ta jest zazwyczaj blada w porównaniu z właściwą dziecku fantazją wrodzoną. Pogadanki zatym zwykle nudzą uczniów, mijając się z celem.

Dzieci rwą się natomiast do doświadczeń. Trudno wszelako mieć na zawołanie dobór właściwych doświadczeń, należy więc je zastąpić obserwacją. Ze względu na łatwość obserwacji i łatwość zainteresowania uczniów zjawiskami, które ich najbezpośredniej dotykają, wprowadzenie meteorologji do nauczania powszechnego powinno być uskutecznione w jak najszerszym zakresie. Kładąc nacisk na rolę słońca w gospodarstwie przyrody, wskazując jego wpływ na konkretnych przykładach, naj-

łatwiej znajdziemy przystęp do umysłu dziecka i wskażemy następnie istotne stanowisko ziemi w stosunku do słońca, słońca zaś w stosunku do innych ciał niebieskich.

Zasób tanich narzędzi meteorologicznych (koszt kilku, najwyżej kilkunastu rubli) powinien znajdować się w każdej szkole początkowej. Na taki zbiór składają się: najprostszej konstrukcji barometr (może być aneroid), zwykły termometr, higrometr włosowy oraz mały deszczomierz (System Hellmanna, mały model dla stacji rolniczych). Kierunek wiatru na wsi łatwo znajduje się bezpośrednio; w większym mieście potrzebną jest chorągiewka. Narzędzia, umieszczone właściwie, chociaż w sposób najprostszy, powinny być codziennie w pewnym, stałym, dowolnym zresztą, terminie obserwowane kolejno przez uczniów i powinno się starannie prowadzić dziennik. W razie ciekawego, wybitnego zjawiska obserwacja powinna być często ponawiana, stanowiąc temat i do pogadanki i do wypracowań. Na tle dokonywanych spostrzeżeń, początkowo najprostszych, nauczyciel musi zaznajamiać uczniów z zasadniczemi zjawiskami fizycznemi, kolejno przechodząc od rozważania czynników meteorologicznych, branych pojedyńczo, do ich wzajemnych stosunków. Uczniowie starsi powinni orjentować się na mapkach pogody, w potrzebie sami je nakreślać i sami stawiać prognozy. Nawet w naszym, krańcowo zmiennym klimacie znaczna część zjawisk przebiega schematycznie, typowo; zaznajamiać uczniów z temi schematami nie trudno; kilka zaobserwowanych przykładów, w których uczeń sam zauważy zgodność przebiegu przewidywanego z istotnym, utrwali w jego umyśle wiarę w prawa, kierujące zjawiskami, nawet tak zmiennemi z dnia na dzień i z godziny na godzinę, jakiemi są przejawy pogody, odpadnie natomiast wiara we wpływ »odmian« księżyca, »siedmiu braci śpiących« i t. p.

Wymagania nasze pozornie są nader znaczne; o wiele przewyższają program wiadomości meteorologicznych, zakreślonych w kursie przygotowawczym gieografji powszechnej dla klas niższych szkół średnich. Wszelako musimy zaznaczyć, że taki właśnie program, jak nasz, obowiązuje szkoły początkowe Stanów Zjednoczonych Ameryki Północnej. Tam też wytknięto cel

wybitnie praktyczny; sądzimy jednak, że można go łatwo połączyć z celem dydaktycznym.

Oczywiście wykonanie spoczywa w rękach nauczycieli szkół początkowych i klas niższych szkół średnich. Nauka meteorologji naogół, z nader nielicznemi wyjątkami, polega na samouctwie, co ze swej strony wywołało odpowiednią literaturę podręcznikową. Nawet nasza uboga literatura naukowa liczy kilka książek, wyszczególnionych dalej, napisanych zadowalająco. Aby jednak nauczyciel mógł wywiązać się ze swego zadania, musi posiąść przedmiot możliwie szczegółowo, w zakresie najnowszym; nie mogą mu być obce zagadnienia chwili bieżącej, zwłaszcza te, które w najbliższej przyszłości przypuszczalnie rozwiną się.

3. Obok nauczycieli mamy jeszcze na widoku tych, którzy z zamiłowaniem oddają się meteorologji, podejmując mozolną pracę dokonywania spostrzeżeń. Gromadzenie spostrzeżeń meteorologicznych jest pracą istotnie naukową. Aby jednak praca zasługiwała na podobne miano, musi zadośćuczynić pewnym warunkom. Tak więc: *a)* narzędzia służące do spostrzeżeń muszą być dokładne i posiadać odpowiednio wyznaczone poprawki; muszą być również odpowiednio umieszczone; *b)* obserwator niezmiennie musi stosować się do przepisów, podawanych w »Instrukcji«, obowiązującej daną sieć meteorologiczną. Co do punktu *a)* rozstrzyga w danym kraju miejscowa centralna instytucja meteorologiczna. Szczególnie liczne powinny być stacje opadowe; mogą być one otwierane nawet w najbliższym sąsiedztwie jedna od drugiej.

Kto zamierza otworzyć stację pełną, z trzema terminowemi obserwacjami główniejszych czynników meteorologicznych, powinien ściśle obliczyć się z warunkami, aby te pozwoliły mu prowadzić spostrzeżenia bez przerw — takie bowiem tylko mają istotną wartość — i przez czas dość długi, przynajmniej kilkuletni; z góry powinien być upatrzony zastępca na wypadek wyjazdu, choroby i t. p.

Niektóre stacje zakładane i prowadzone są kosztem różnych instytucji (stacji rolniczych, miejscowości leczniczych, cukrowni); wówczas przeważnie zajęcia są powierzane funkcjona-

rjuszom płatnym; pracy tej nie należy poczytywać za »lekką«; przeciwnie, jest ona nader mozolna, gdyż pozbawia swobody pracownika; instytucje powinny dbać o dobór odpowiedni ludzi, rozumiejących zadanie i sumiennie stosujących się do żądań »Instrukcji dla stacji meteorologicznych«. W naszych sieciach krajowych warunki te nie dość były rozumiane i przestrzegane; odbiło się to niekorzystnie na wartości ogłaszanego materjału obserwacyjnego.

4. Jako podręcznik, najwięcej odpowiadający przedstawianym tutaj wymaganiom, uważamy:

P. Klein. Meteorologia ogólna. Przełożył R. Merecki. Warszawa, 1915. Str. VII + 437 + 7 sprostowań (dodatek). Wyd. Kasy im. Mianowskiego.

Oryginał francuski (p. t. Météorologie agricole et prévision du temps) wyszedł w serji dzieł, stanowiących encyklopedję rolniczą, zawiera przeto jeden rozdział, poświęcony rolnictwu (Część VII); poza tym jest wybornym podręcznikiem meteorologji ogólnej, z wykładem ścisłym, lecz jednocześnie nader przystępnym. Z dużym talentem pedagogicznym powiązane są fakty, podawane zazwyczaj w początkowych wykładach, jako luźny zbiór wiadomości o charakterze empirycznym.

Część I o przyczynach zjawisk astronomicznych w atmosferze zajmuje się słońcem, jego promieniowaniem i zjawiskami na powierzchni, dalej ziemią i jej biegiem dookoła słońca. Części II do IV traktują o zjawiskach w atmosferze ziemskiej, jak temperatura, ciśnienie, wiatr, wilgotność, wszelkie formy opadów i t. d., nie wyłączając zjawisk elektryczności atmosferycznej. Część V poświęcona zaburzeniom atmosferycznym, najobszerniejsza ze wszystkich, zawiera świetny wykład przygotowujący do Części VI o przewidywaniu pogody na czas najbliższy, przy pomocy map synoptycznych. Parę rozdziałów końcowych w tej części poświęcono rozważaniu przewidywań pogody bez pomocy map i dyskusji możliwości przewidywań na czas dłuższy, według różnych okresów meteorologicznych. Wpływ temperatury, wiatru, opadów na rolnictwo mieści się w Części VII, ostatnia zaś, Część VIII, jest klimatologją kuli ziemskiej. Nie

wymaga autor od czytelników obszernych wiadomości z fizyki, kilkakrotnie użyte w przypiskach znakowanie algiebraiczne może być pominięte [1]).

BIBLJOGRAFJA.

5. Do nauczania początkowego nadają się książki, podane niżej według stopnia przystępności:

K. Szulc. O pogodzie. Lwów, 1899. Cena h. 50.

K. Promyk. O przepowiedniach pogody. Wydawnictwo »Gazety Świątecznej«. Warszawa, 1912. Cena kop. 30.

W. G. Prawidła pogody oparte na dostrzeżeniach meteorologicznych. Warszawa, 1910. Str. 52. Cena kop. 20.

F. Piotrowski. Nauka o pogodzie (meteorologja). Warszawa, 1895. Str. VI+146. Cena kop. 40.

Wykład nader przystępny, może być z pożytkiem stosowany przy nauczaniu początkowym. Pożądane byłoby nowe rozszerzone wydanie, przytym dział meteorologji synoptycznej powinien być należycie uwzględniony.

Książeczki powyższe są zrozumiałe dla każdego. Nieco obszerniejsze, lecz również bardzo dostępnie napisane jest dziełko:

St. Turczynowicz. Krótki zarys meteorologji na usługach rolnictwa. Wydawnictwo Centralnego Towarzystwa Rolniczego w Król. Polskim. 8-ka. Warszawa, 1913. Str. 90. Cena kop. 80.

Wreszcie bardzo pięknie napisany szkic meteorologiczny znajduje się w książce:

---

[1]) »W przekładzie oryginał francuski (pisze w przedmowie tłumacz) niewielkim tylko uległ zmianom; usunąłem niektóre ustępy z rozdz. VII i VIII, niedostosowane do naszych potrzeb, oraz zmieniłem nader ważny § 2 rozdz. V, cz. II, dość nieprzystępnie napisany, na wzorowy wykład według Mohna w przekładzie Kramsztyka. Wiadomości, dotyczące narzędzi meteorologicznych i sposobów dokonywania spostrzeżeń, są podane według »Instrukcji«, obowiązującej naszą sieć meteorologiczną. Inne, luźnie wtrącone ustępy, są odpowiednio odznaczone«.

W. Nałkowski. Geografia fizyczna (por. rozdział o atmosferze). Warszawa, 1904. Str. XIII+251+V. Cena rb. 2.

Dalej wymienić należy:

H. Mohn. Zasady meteorologji. Przekład S. Kramsztyka. Warszawa, 1888. Cena rb. 1. (Wyczerpane).

Jest to dzieło w zakresie, odpowiadającym zaleconemu powyżej podręcznikowi Kleina, wymaga jednak znacznych uzupełnień, wywołanych rozwojem nauki.

Wiadomości z Nauki o Pogodzie, według odczytów H. Webera »Wind und Wetter«, oraz F. Houdaille'a »Météorologie agricole«. Spolszczył St. Bouffałł, ze wstępem o prowadzeniu spostrzeżeń meteorologicznych według Instrukcji Stacji Centralnej przy Muzeum w Warszawie. Warszawa, 1907. Dodatek bezpłatny do »Gazety Rolniczej« (wyczerpane).

Treściwy, umiejętnie przeprowadzony wykład H. Webera o zjawiskach meteorologicznych i współczesnych metodach badań w tej dziedzinie. Charakter okolicznościowy wydawnictwa uwydatnia się w dodatkach i uzupełnieniach.

Podręczników nadających się do wykładów w szkole w zakresie tutaj proponowanym — nie mamy. Program zaczerpnęliśmy z dziełka:

R. Ward. Practical Exercises in Elementary Meteorology (Boston, 1899), które bezpośrednio, oczywiście, nie nadaje się do naszych stosunków; odpowiedniejszą jest praca:

O. Meissner. Die meteorologischen Elemente und ihre Beobachtung. Mit Ausblicken auf Witterungskunde und Klimalehre. Unterlagen für schulgemässe Behandlung, sowie zum Selbstunterricht. Lipsk, 1906. Str. VI+94. Cena m. 2 f. 60.

Niezbędna dla osób, pragnących przyczynić się swemi obserwacjami do ogólnej pracy na tym polu, jest:

Instrukcja dla stacji meteorologicznych łącznie z obserwacjami gruntowemi i plantacyjnemi. Wydanie trzecie, str. 62 z 14 rysunkami w tekście. Warszawa, 1910.

W r. 1913 ukazało się wydanie IV tej Instrukcji, które otrzymać można z Biura meteorologicznego przy Muzeum Przemysłu i Rolnictwa w Warszawie.

Z instrukcji w języku niemieckim polecić można:

Anleitung zur Ausführung und Verwertung meteorolog. Beobachtungen. 6 vollständ. umgearb. und vermehr. Auflage v. **Jelinek's:** Anleitung zur Anstellung meteorologischer Beobachtungen u. Sammlung von Hilfstafeln. I Teil. Bearb. von Dr. A. Schlein. Herausg. v. d. Direktion d. k. k. Zentralanstalt f. Meteorologie u. Geodynamik in Wien. Wiedeń, 1915. F. Deuticke. Str. X+180. Cena m. 6.

W języku francuskim wydał:

A. Angot. Instructions Météorologiques. Gauthier-Villars. Paryż, 1911. Str. VI+162. Cena fr. 4 c. 50.

Toż samo w streszczeniu:

— Abrégé des Instructions météorologiques. Gauthier-Villars. Paryż, 1902. Cena fr. 1 c. 50.

STOPIEŃ II.

Treść: 1. Program i uwagi ogólne. — 2 Klimatologja według J. Hanna. — 3. Dobór danych klimatologicznych. — 4. Liczby normalne. — 5. Dziedziny klimatyczne polskie. — 6. Opracowanie danych klimatycznych. Meteorologja w Polsce. — 7. Spostrzeżenia dawne. — 8. Stacje historyczne: Warszawa, Wilno, Kraków. — 9. Sieć stacji meteorologicznych w Polsce. — 10. Materjały do klimatologji ziem polskich. — 11. Bibljografja: *A*. Polskie podręczniki meteorologji ogólnej. *B* Dzieła o klimatologji ziem polskich.

1. Odstępując nieco od ogólnego planu »Poradnika«, przyjęliśmy, że Stopień I nie jest tutaj kursem propedeutycznym w stosunku do Stopnia II, lecz że zawiera całkowity wykład nauki, systematyczny i ścisły. Zamiast podręcznika Kleina posłużyć może też inne dzieło, o szerszym zakresie, pożyteczne poza tym w celu pogłębienia wiadomości. Zalecamy:

A. Angot. Traité élémentaire de météorologie. Wydanie drugie. Paryż, 1907. Str. 417. Cena fr. 12.

lub:

Liubosławskij. Osnowanija uczenija o pogodie. Petersburg, 1912.

Na nieco wyższym poziomie niż te dzieła stoi podręcznik **M. P. Rudzkiego** (p. niżej), który gorąco polecamy, zwłaszcza dla uzupełnienia studjów, w kierunkach, objętych nowszemi badaniami.

Zakładamy więc, że studjujący tym sposobem opanował przedmiot w zakresie poprzednio wskazanym i może bezpośrednio zająć się działem, który mamy na widoku, mianowicie Klimatologją. Gieografowie, przyrodnicy, z natury swoich zajęć muszą być z tym działem obznajomieni; lecz zagadnienia klimatologji dotyczą również lekarzy, rolników, leśników, techników budowlanych, techników komunikacji, których zajęcia

fachowe zmuszają do posiłkowania się materjałem, dostarczanym przez spostrzeżenia na stacjach meteorologicznych. Przytoczeni fachowcy, za wyjątkiem lekarzy, i u nas, i wogóle, mało korzystają z danych meteorologicznych; w literaturze zaś lekarskiej wychodzi na jaw zupełna nieznajomość metod, niezbędnych przy rozważaniu spostrzeżeń.

Weźmy jakikolwiek podręcznik balneologji, krajowy lub obcy, w każdym znajdziemy obszerny dział poświęcony klimatografji miejscowości leczniczych. Jest to proste wyszczególnienie zakładów, poparte zbiorem spostrzeżeń za okres istnienia stacji meteorologicznej, w postaci liczb średnich — czasami miesięcznych i rocznych, częściej z poszczególnych pór roku, — odnoszących się do głównych czynników meteorologicznych, a więc ciśnienia atmosferycznego (które nie jest czynnikiem klimatycznym w zwykłym znaczeniu tego słowa i tam, gdzie wskazana jest wysokość nad poziomem morza, daje się pominąć), temperatury powietrza, wilgotności względnej i bezwzględnej, kierunku wiatru, zachmurzenia i t. d., zawsze w postaci średnich za lat parę, kilka lub kilkanaście. Gdyby autorowie poradzili się byli właściwego podręcznika klimatologji, niewątpliwie dowiedzieliby się, że podobne chaotyczne wykazy nic nie znaczą; że właściwie w błąd wprowadzają tego, ktoby im zaufał.

Najważniejszy czynnik klimatyczny, temperatura powietrza, jest tak dalece zmienna, że obserwowana nietylko w ciągu jednego roku, lecz nawet przeciętna z lat kilku w danej miejscowości o tyle się różni z okresu na okres, jak gdyby miejscowość ulegała przemieszczeniu o kilkaset metrów w kierunku pionowym lub kilkaset kilometrów w kierunku poziomym w jakąkolwiek stronę świata. Chcąc więc porównać temperatury powietrza z dwu lub wielu miejscowości, należy brać dane ścisłe z tegoż okresu czasu, przytym tak zwane temperatury średnie muszą być wyprowadzone z tych samych terminów obserwacyjnych w ciągu doby, lub musi być dołączona właściwa poprawka.

Poza tym nigdzie niema mowy o jakiejkolwiek krytyce, o sprawdzaniu wartości ogłaszanego materjału, co, zwłaszcza w stosunku do stacji meteorologicznych w miejscowościach leczniczych, jest nieodzownie potrzebne. Nie należy nawet ufać bez-

względnie materjałowi obserwacyjnemu dlatego tylko, że został przyjęty i ogłoszony w wydawnictwie naukowym. Redakcja wydawnictwa częściowo tylko jest odpowiedzialna za wiarogodność materjału: ściślejsza krytyka należy głównie do posiłkującego się tym materjałem. Autorowie wydawnictwa, w rodzaju przytoczonych poprzednio, zrzucają z siebie odpowiedzialność, »ponieważ nie są fachowemi meteorologami«. Otóż rozumowanie to jest zasadniczo błędne: nie usprawiedliwia bowiem wadliwości pracy i nie odpowiada istotnemu stanowi rzeczy, ponieważ umiejętne badanie surowego materjału obserwacyjnego nie nastręcza poważniejszych trudności i jest dostępne dla wszystkich fachowców, których tu wymieniliśmy. Umiejętność ta jest zresztą niezbędna, ze względu na to, że fachowe klimatologje nie mogą przewidzieć wszelkich wypadków, w których zachodzi potrzeba zużytkowania spostrzeżeń, a oprócz tego należy rozumieć wartość materjału bieżącego, o ile mamy z niego korzystać. Chcemy więc tutaj podać najogólniejsze i najniezbędniejsze wskazówki, dotyczące badań klimatologicznych.

2. Podstawowym, niezbędnym podręcznikiem jest:

Julius Hann. Handbuch der Klimatologie. Wyd. trzecie. Sztutgard, 1910. T. I. Str. 394. Cena m. 13; T. II. Str. 426. Cena m. 14; T. III. Str. 713. Cena m. 25. Można zadowolić się wydaniem drugim z r. 1897 (3 tomy, cena pierwotna m. 36), nabywając je tanio w antykwarniach.

Autorytet zasłużonego badacza jest niezaprzeczony, dzieło, przełożone na język angielski, jest w użyciu powszechnym. Najważniejszą częścią dzieła Hanna jest t. I, zawierający klimatologję ogólną. W tomie tym autor rozważa najpierw poszczególne czynniki klimatyczne, dalej klimat teoretyczny, słoneczny, wreszcie istotny: lądowy, morski i górski. Tomy II i III zawierają klimatografję szczegółową, jeden — pasa międzyzwrotnikowego, drugi — okolic pozazwrotnikowych i okołobiegunowych.

Klimatologja, podług Hanna, ma za zadanie przedstawić przeciętny stan atmosfery w różnych miejscowościach kuli ziemskiej; klimatologja jest częścią meteorologji ogólnej; granicy ścisłej pomiędzy obu przeprowadzić nie można; nacisk tylko większy w klimatologji kładziemy na te czynniki, które przeważnie

warunkują życie organiczne na ziemi, gdy tymczasem w meteorologji ogólnej staramy się powiązać zjawiska według znanych praw fizycznych w kolejne ogniwa przyczyn i skutków. Lecz i w klimatologji konieczne są wyjaśnienia fizyczne, aby odpowiedzieć na pytanie, dla czego tak jest w danym miejscu. Klimatologja dawniejsza nie stawiała tego rodzaju pytań, stwierdzając tylko fakty. Zdobyte przez obserwację dane szeregowano pod postacią liczb przeciętnych, poczym porównywano przebieg liczb w różnych miejscowościach. Jakkolwiek Hann dziś jeszcze kładzie osobliwy nacisk na liczby przeciętne wszystkich czynników meteorologicznych, nie zaprzecza wszelako korzyści, jaką dać może wprowadzenie innych pomocniczych oznaczeń, np. liczb najczęstszych, krańcowych i in. Nader ważne są rozdziały tomu pierwszego (wstępu), w których Hann roztrząsa krytycznie niektóre uzupełnienia, proponowane obecnie w klimatologji.

3. Zagadnienie właściwego doboru danych klimatologicznych jest istotnie nader skomplikowane i gmatwa się coraz więcej.

Tak temperatura powietrza początkowo rozważana była w postaci długoletniej średniej rocznej, wraz z porami roku, później już dołączano średnie miesięczne. Dzisiaj Hann we wzorcowej tablicy I, tomu I, mieści przeciętne dane dla długoletniej temperatury Wiednia w 14 kolumnach pionowych, liczących w każdej po 13 liczb (z 12 miesięcy wraz ze średnią roczną). Pomimo wszystko, tablica ta nie daje odpowiedzi na proste i naturalne pytania, które nastręczają się każdemu, mianowicie, jak często w porze zimowej występują mrozy, przymrozki i odwilże, kiedy poczyna się wiosna, kiedy upały letnie, jak długo trwają, jak częste są większe spadki lub wzmożenia temperatury w każdej porze roku.

Aby dać odpowiedź na te i podobne pytania, dołączyć należy nowe kolumny i nowe szeregi liczb. Łącznie wytwarza się chaos liczb, wśród których trudno się orjentować. Widzi to sam autor i robi pewien wybór, jedne dane przyjmuje za »niezbędne« — inne za »pożyteczne«. Na proponowany przez niego podział w szczegółach nie można zgodzić się bez zastrze-

żeń, jakkolwiek wątpliwości nie ulega, że zachodzi potrzeba odpowiedniej redukcji doboru liczb. Należy więc zastanowić się nad tym nowym zagadnieniem.

Odpowiedź nie jest łatwa: trzeba bowiem wziąć rozbrat z dotychczasową rutyną, z dotychczasowym schematycznym traktowaniem czynników meteorologicznych. Część klimatologów jasno to rozumie, lecz nowe metody nie są jeszcze zarysowane wyraźnie. Początkujący więc musi przedewszystkim dokładnie zaznajomić się z dotychczasowemi metodami, zanim zdoła sobie wyrobić pogląd własny na te sporne sprawy. Bez obawy jednak może polegać na fakcie, wynikającym ze współczesnego rozwoju klimatologji, mianowicie, że ta nauka musi szerzej niż dotychczas obejmować zjawiska, nie ograniczając się do liczb średnich poszczególnych czynników meteorologicznych, musi więc rozważać wszystkie zmiany pogody w danej okolicy i towarzyszące im stany atmosfery. Mniemamy, że częstość zmian i ich prawdopodobieństwo wystąpienia powinny w klimatologji znaleźć się na pierwszym planie. Jak wiadomo, w całej strefie pozazwrotnikowej miarodajnemi dla stanów pogody są drugorzędne wiry atmosferyczne, zwyżki i zniżki barometru. Tworzą one jak gdyby odrębne klimaty w danej miejscowości i przeciwieństwo tych stanów odpowiada częściowo popularnej nazwie »pogody«, »niepogody«.

Pogoda i przeciętny stan pogody są pojęciami równoznacznemi w strefie międzyzwrotnikowej; liczby średnie dzienne, miesięczne, roczne jakiegoś czynnika meteorologicznego, temperatury zwłaszcza, jasno i niedwuznacznie odpowiadają istotnym stosunkom w atmosferze, i wyznaczając je z szeregu spostrzeżeń, możemy wprost przewidywać z dnia na dzień, z miesiąca na miesiąc i roku na rok przebieg przyszły, ze znacznym stopniem przybliżenia. Średnie więc dają istotny zarys klimatu.

Wręcz odmiennie kształtują się nasze stosunki klimatyczne, w szerokościach wyższych wogóle. Nasze liczby średnie miesięczne, wyprowadzone z przebiegów częstokroć krańcowych, przez mechaniczne stosowanie metody statystycznej, zupełnie odbiegają od rzeczywistości, dając obraz oderwany, fikcyjny.

Ponieważ znana jest przyczyna zmienności naszego klimatu, a jest nią zmienność stanu ciśnienia atmosfery, należy więc wciągnąć w obręb rozważań klimatologicznych przebieg czynników, cechujący oba zasadnicze stany atmosfery, stan wysoki ciśnienia i stan nizki. Klimatologja Hanna nie daje w tej mierze wskazówek i brak ich jest wogóle; rozkład bowiem czynników w obrębie t. zw. cyklonów i antycyklonów zaliczono do działu meteorologji ogólnej, i odpowiednie badania są zbyt drobiazgowe i szczegółowe, aby je można było spożytkować, bezpośrednio zwłaszcza, do celów klimatograficznych.

Zagadnienie w pierwszym przybliżeniu, z gruba, rozwiązuje się przez rozważanie temperatury powietrza podczas dni jasnych i pochmurnych oraz wykreślanie t. zw. róż wiatrów. Niegdyś, w pierwszym okresie rozwoju klimatologji tworzenie róż wiatrów dla wszystkich czynników było nader rozpowszechnione, lecz rezultatów istotnych dać nie mogło, ponieważ nie rozróżniano rzeczywistego charakteru wiatru. Dopiero rozwój meteorologji synoptycznej pozwolił rozważać wiatr we właściwym jego znaczeniu. Pracę taką ogłosił Koppen (Über die Abhängigkeit des klimatischen Charakters der Winde von ihrem Ursprunge. Rep. für Meteorologie, tom IV, Nr. 4, Petersburg, 1874) z wynikiem nader interesującym; dziwić się trzeba, dlaczego naśladowców nie znalazł. Można by skorzystać z innych pokrewnych prac, Hildebrand-Hildebrandsona (Sur la distribution des éléments météorologiques autour des maxima et des minima barométriques. Upsala, 1883), Krankenhagena, Akerbloma i in., którzy nader szczegółowo podają metody, użyte przy poszukiwaniach tego rodzaju. Zachodzi tu konieczność posiłkowania się codziennemi mapami synoptycznemi, przytym za dość długi okres czasu, lat 10—15 przynajmniej. Najodpowiedniejsze dla naszego kraju są mapy, wydawane przez instytucje meteorologiczne w Hamburgu i Petersburgu. Ważne są opracowania przebiegu cyklonów przez Kiersnowskiego, Srezniewskiego i Rykaczowa (wydawnictwa Akademji Nauk w Petersburgu), oraz cenne wskazówki von Bebbera: Wissenschaftliche Grundlagen einer Wettervorhersage

auf mehrere Tage voraus. Arch. der Deutschen Seewarte Nr. XXII., 1899[1]).

Przez wyzyskanie szczegółów z przebiegu poszczególnych cyklonów i antycyklonów wytwarza się pewien schemat ogólny stanu pogody, odpowiadający obu zasadniczym stanom ciśnienia, ponieważ typowy układ izobarów daje najczęściej również typowy przebieg pogody, właściwy każdej porze roku.

Stosunki gieograficzno-meteorologiczne poza krainą górską, szerzej niż u Hanna, są rozważane w dziele:

Wojejkow. Klimate der Erde. Jena. Costenoble. Tom I. Str. 396. T. II. Str. 422; jest to rozszerzony przekład dzieła: Klimaty ziemnaho szara. Petersburg, 1884.

4. Aby zrozumieć panujący w danym czasie układ równoczesny wszystkich czynników meteorologicznych, innemi słowy, aby ocenić bieżący stan pogody, należy mieć pewne kryterjum, które uzyskujemy, notując przez długi szereg lat wszelkie przejawy stanów pogody, aby wyczerpać wszelkie mogące zajść przypadki. Stosując do zanotowanych danych metodę liczb średnich, otrzymujemy pewne liczby, ściśle z daną miejscowością spojone, zwane normalnemi. Normalnego przebiegu najważniejszych czynników, temperatury, powietrza i opadów, naogół jeszcze nie znamy, wszelako przeszło stuletnie spostrzeżenia dają rękojmię, że zanotowane dotychczas najwyższe i najniższe temperatury, okresy suszy i nadmiernych opadów nie nadto będą przekroczone w przyszłości.

Mając przebieg normalny czynnika, określamy stan jego bieżący przez wyznaczenie odchylenia. Dotychczasowe określenie klimatologji, jako przeciętnego, normalnego stanu czynników meteorologicznych, nie wystarcza; pojęcie to zresztą już

[1]) W języku polskim artykuły popularne o prognozach meteorologicznych i o badaniu warstw wyższych atmosfery ogłosili:

M. P. Rudzki. Przepowiadanie pogody (p. Odczyty o powietrzu, urządzone staraniem Krakowskiego Oddziału Polskiego Towarzystwa Przyrodników im. Kopernika w r. 1900). Warszawa—Kraków. Str. 132. Cena kop. 80.

A. Berson. Rozwój i cele aeronautyki nowoczesnej. Tamże. Str. 76—90.

zostało rozszerzone przez wprowadzenie nowych liczb obok przeciętnych. Klimatologję należałoby rozumieć, jako treściwe przedstawienie wszystkich stanów atmosfery, występujących pod postacią odchyleń od przebiegu »normalnego«. Takie określenie łatwiej dałoby się pogodzić z nowoczesnym kierunkiem w meteorologji, jako fizyce atmosfery, której cząstką jest klimatologja. Dotychczasowa meteorologja statystyczna była wręcz zaprzeczeniem metody fizycznej. Oto przy pomocy liczb średnich ruguje się wpływ przejawów pojedyńczych, gdy tymczasem metoda fizyczna musi opierać się na przejawach, branych pojedyńczo. Odosobniając zjawiska danego typu, grupujemy i szeregujemy je odpowiednio, wyznaczając ich częstość i prawdopodobieństwo wystąpienia. Będzie to również statystyka, lecz statystyka objawów fizycznych, wyraźnie oznaczonych.

Zgromadzone charakterystyczne cechy danego klimatu powinny być umiejętnie powiązane opisem słownym, tworząc łącznie dobitnie zakreślony obraz oddziaływania czynników meteorologicznych na człowieka i przyrodę organiczną, w myśl przytoczonych poprzednio żądań Humboldta. Dodatkowy opis słowny musi być wyrazem głębokiego odczucia otaczającej przyrody, aby był zadowalający. Jedynie subtelna wrażliwość, poparta talentem, może pokusić się na odtworzenie zawiłej mozajki zjawisk, stanowiących stan pogody (porów. cechy klimatyczne Polski w obrazach stanów pogody z »Chłopów« Reymonta); z tych obrazów tworzy się miejscowe, zazwyczaj w klimatologjach pomijane, podłoże klimatyczne, które znamy jedynie z codziennego doświadczenia; na tej też podstawie wydajemy sąd o miejscowościach odległych; nic więc dziwnego, że, znalazłszy się w obcym klimacie, spotykamy niespodzianki i przestajemy orjentować się. Hann w klimatologji daje liczne przykłady obrazów klimatycznych, kreślonych umiejętnie przez utalentowanych podróżników z tych okolic kuli ziemskiej, w których brak spostrzeżeń instrumentalnych; mamy tam przejrzyste obrazy stosunków pogody odległych krain. Ze zdziwieniem więc czytamy uwagę Hanna (Klimatologja, t. I, str. 4), że opis słowny jest pozbawiony wartości, jako subjektywny i nieporównywalny.

Tylko trzy miejscowości w naszym kraju, Warszawa, Wilno i Kraków, mają liczby przeciętne, normalne, z okresu spostrzeżeń przeszło stuletnich. Podobnie długoletnie stacje meteorologiczne nie są liczne na kuli ziemskiej; są zwane stacjami historycznemi i mają w przyszłości rozwiązać zagadnienie postępowych zmian klimatu. Dla braku większej liczby długoletnich stacji przyjęto nazywać normalnemi przebiegi, wyprowadzane z 50 lat spostrzeżeń (zazwyczaj od 1851—1900). Porównanie krótszych szeregów lat może być użyteczne np. do wykreślania izoterm.

5. Tak więc, aby wyznaczyć klimat danego kraju, konieczne są liczne pomocnicze tablice czynników meteorologicznych, opracowane według wzorów podanych w dziełku, które niebawem rozpatrzymy. Liczba miejscowości, które należy najszczegółowiej rozważyć, jest zależna oczywiście od dziedzin klimatycznych danego terytorjum. Za wyjątkiem dziedziny górskiej, nasz klimat jest dość jednolity, niewielka przeto liczba stacji długoletnich w zupełności wystarcza. Co do podziału na dziedziny klimatyczne — odsyłamy czytelnika do źródłowej pracy prof. E. Romera: Klimat ziem polskich (Encyklopedja polska, t. I.), oraz do Klimatologji ziem polskich R. Mereckiego, p. niżej.

6. Drugim niezbędnym podręcznikiem dla każdego, opracowującego dane klimatologiczne, jest:

Hugo Meyer. Anleitung zur Bearbeitung meteorologischer Beobachtungen für Klimatologie. Springer. Berlin, 1891. Str. 187.

Ta niewielka książeczka podaje treściwy zbiór wiadomości, metod i wzorów, krytycznie rozważanych, popartych przekładami, wybranemi z prac wybitniejszych klimatologów. Autor propaguje niektóre nowe metody opracowań, i te nie znalazły uznania w klimatologji Hanna, jakkolwiek jego książka jest tam przychylnie wspomniana i zalecana. Sporne punkty musimy tutaj obszerniej rozważyć, dodając przytym niektóre uwagi, dotyczące naszych warunków lokalnych.

Część I (ogólna) pracy H. Meyera rozważa kolejno metody graficzne (rozdział I), niezbędne przy opracowywaniu czyn-

ników meteorologicznych, w celu kontrolowania porównawczego danych, dalej w celu interpolacji brakujących spostrzeżeń oraz unaocznienia wyników obliczeń. W rozdziale 2 (Der Centralwert, das arithmetische Mittel und der Scheitelwert) mamy ważne nadal roztrząsanie nowo (wówczas) proponowanych wartości czynników meteorologicznych, które należałoby umieścić obok dotychczas wyłącznie używanej średniej arytmetycznej. Zwłaszcza osobliwy nacisk kładzie H. Meyer na t. zw. punkt wierzchołkowy (Scheitelwert), który odpowiada »dem dichtesten Wert« A. W. Fechnera (z jego Kollektivmasslehre), wartości najprawdopodobniejszej, jak ją dalej nazywać będziemy. Otóż temu J. Hann zaoponował stanowczo (Klimatologie, str. 27, wydanie II), przytaczając zarzuty, nie dające się odeprzeć. Nie ma wszelako racji Hann, jeżeli sprawy nie traktujemy tak formalnie, jak żądał Meyer; zgodzi się każdy, że punkt wierzchołkowy nie może zastąpić średniej arytmetycznej; niemniej jednak wartość najprawdopodobniejsza czynnika klimatycznego jest istotnie wartością doniosłą, i z nią przedewszystkim liczyć się należy, niezależnie od tego, co daje wartość średnia, zwłaszcza jeżeli wartość najprawdopodobniejsza jest istotnie »częstą«, w zwykłym znaczeniu tego słowa.

W proponowanym tutaj określeniu klimatologji szczególnej radzilibyśmy zwrócić uwagę na częstość zjawisk i prawdopodobieństwo ich wystąpienia, co prowadzi wprost do budowania odpowiednich krzywych prawdopodobieństwa i rozważania przebiegów czynnika w różnych częściach tej krzywej. Wyjaśnimy to na przykładzie: Długoletnie spostrzeżenia średnich dziennych temperatur w Warszawie, przeliczone i uszeregowane odpowiednio, wskazują, że w ciągu 3 miesięcy zimowych w dni pogodne prawie $^3/_4$ dni mają średnio dzienne temperatury poniżej 0, w granicach od $-0.^01$ do -14^0 włącznie; wszystkie te temperatury są prawie zarówno prawdopodobne, przypada bowiem około $5^0/_0$ dni na temperatury w grupach: $-0.^01$ do $-0.^09$; $-1.^00$ do $-1.^09$ i t. d. aż do grupy -14^0. Nakreślona więc krzywa na podstawie przytoczonych liczb będzie w granicach 15 stopni (od -0^0 do -14^0) biegła prawie równolegle do osi

rzędnych, nie dając wyraźnego punktu wierzchołkowego; w istocie występuje jedna grupa nieco prawdopodobniejsza, gdyż zawiera 6% dni (grupa od — 11°), w której mieści się na krzywej punkt wierzchołkowy, lecz, jak łatwo widzieć, niewielka zmiana w liczbie danych spostrzeżeń może go przemieścić zgoła do innej grupy Pomijamy, że sposób wyznaczania punktu wierzchołkowego jest dość niepewny wogóle; w danym wypadku punkt ten nic nie mówi, gdy tymczasem średnia arytmetyczna (— 8.°5) wskazuje sumy spostrzeganych temperatur.

Jeżeli jednak zamiast dni jasnych weźmiemy pochmurne dni zimowe, wówczas kształt krzywej zasadniczo się zmieni. Krzywa jest skupiona, posiada wyraźnie zarysowany wierzchołek, i część krzywej z pobliża wierzchołka mieści tak znaczny procent dni, że wyprowadzone w ten sposób dane dają zupełną możność orjentowania się w przypuszczalnym przebiegu. Znajdujemy np., że blizko $^1/_2$ dni zimowych pochmurnych posiada temperaturę powyżej 0°, prawie $^1/_4$ dni ma ją pomiędzy 0,°0 i — 1,°9 i t. d. Jeżeli zwrócimy się do podobnych krzywych, z dni jasnych i pochmurnych w miesiącach letnich, znajdziemy jeszcze dobitniej zarysowane stosunki klimatyczne miejscowości, gdyż krzywe są bardzo skupione i symetryczne. Dyskusja nad szczegółami odpowiednich krzywych jest nader pouczająca; daje liczby, niemożliwe często do otrzymania na innej drodze. Jedynie przy pomocy tego rodzaju zestawień, dowiadujemy się, że średnia temperatura miesięczna może nie być zgoła najczęstszą, najprawdopodobniejszą, ze wszystkich możliwych temperatur. Tak w Warszawie średnia temperatura z 3-ch miesięcy zimowych wynosi —2°8; odpowiednie prawdopodobieństwo wystąpienia wyraża się 7% dni, gdy tymczasem najczęstsza temperatura w 10% dni przypada w grupie $\pm$ 0, t. j. na temperatury od 0.° do $\pm$ 0.°9. Samo opracowywanie surowego materjału jest dość zawiłe, lecz wyniki można przedstawić w krótkich, odpowiednio dobranych słowach, dając przejrzystą charakterystykę przebiegu każdego czynnika meteorologicznego.

Z poprzednim bezpośrednio jest związany rozdział 3 (Die Fehlerrechnung), dotyczący stosowania t e o r j i b ł ę d ó w p r z y p a d k o w y c h w meteorologji. Autor ostrzega przed bezkry-

tycznym stosowaniem reguł teorji błędów; odchylenia bowiem od średniej czynników meteorologicznych nie są błędami pomiarów precyzyjnych. W istocie jednak okazuje się, że czasami stosować je można, czasami zaś nie. Należy więc to w każdym poszczególnym wypadku sprawdzić; ten warunek wszelako bywa pomijany. Tak, jeżeli weźmiemy średnie dzienne temperatury powietrza z Warszawy w miesiącach letnich, to z odchyleń, wziętych względem średniej arytmetycznej, wyprowadzamy krzywą zupełnie symetryczną, słowem krzywą błędów przypadkowych Gaussa. Przebieg obliczony zgadza się z przebiegiem obserwowanym, i można z odchyleń wyprowadzić liczbę π, podobnie jak z odchyleń w pomiarach precyzyjnych. Średnia arytmetyczna, punkt wierzchołkowy i wartość środkowa prawie dokładnie są zgodne. Natomiast zupełnie asymetryczne są krzywe z miesięcy zimowych, i na postać asymetrji krzywej, względem rzędnej środkowej (Centralwert), ma wpływ zachmurzenie nieba. Tak, jeżeli odchylenia wzięte są z dni pochmurnych, to punkt wierzchołkowy znajduje się po stronie dodatnich odchyleń, względem średniej arytmetycznej; jeżeli mamy odchylenia z dni jasnych, pogodnych, to punkt wierzchołkowy przerzuca się na stronę odchyleń ujemnych, względem średniej.

Rozdział 4 zaznajamia z wzorami interpolacyjnemi i wyrównywającemi (Die Bessel'sche Formel, rechnerische Interpolation und Ausgleichung). Wzór Bessela zalicza autor słusznie do wzorów interpolacyjnych; sądzimy jednak, że nie należy wyrzekać się stosowania wzoru do wyrażania przebiegu różnych zjawisk w celu sprawdzenia, czy nie dadzą się wykryć jakieś szczególne właściwości, pamiętając, jaką oddał usługę w przebiegu dziennym ciśnienia powietrza.

Niezmiernie ważne są dwa następne rozdziały: 5 (Die Prüfung des Beobachtungsmaterials auf seine Homogeneität und die Reduktion kurzer Beobachtungsreihen auf längere) i 6 (Allgemeine Anforderungen an klimatologische Arbeiten). Już samo gromadzenie i przygotowywanie materjału obserwacyjnego do opracowania nastręcza u nas trudności, ze względu na podział polityczny kraju. Nasze spostrzeżenia są zawarte w wydawnictwach

instytucji centralnych meteorologicznych państw zaborczych oraz w wydawnictwach sieci krajowych, galicyjskiej i warszawskiej. Każda z tych instytucji kieruje się własną instrukcją; należy więc brać pod uwagę indywidualne różnice w sposobie prowadzenia spostrzeżeń i wyznaczania średnich dziennych. Dostateczna stałość wyznaczonych różnic po porównaniu ze stacją »normalną« stanowi kryterjum wartościowości materjału.

Do rzędu stacji normalnych zaliczamy przedewszystkim stacje historyczne, jak Warszawa, Wilno i Kraków. Prowadzone przy obserwatorjach astronomicznych (w Wilnie obserwatorjum zwinięto w r. 1883), dają wszelką gwarancję ścisłości i systematyczności w wykonywaniu spostrzeżeń. Poza stacjami historycznemi są inne, równie pewne, ze względu na autorytet obserwatorów, którzy przez długoletnią pracę złożyli dowody zamiłowania w tej dziedzinie naukowej, lub dali się poznać jako badacze samodzielni (np. W. Satke z Tarnopola, J. Jędrzejewicz z Płońska i in.). Nader nieprzyjazne warunki pracy naukowej w kraju, brak poparcia ze strony społeczeństwa musiały się odbić niekorzystnie na materjale obserwacyjnym ogłaszanym u nas. Należy więc oględnie i krytycznie rozpatrywać surowe dane, zwłaszcza ze stacji, na których częste zmiany obserwatorów, nieumotywowane przerwy, częste psucie się narzędzi jasno wskazują, że praca nie odbywała się tam w warunkach normalnych. Nader ważną pomocą są fachowe sprawozdania z inspekcji, dokonywanych na stacjach; ujawniane braki powinny być uwzględniane.

Pomimo różnych braków zebrał się jednak bogaty materjał obserwacyjny, który powinien zachęcać badaczów klimatologji krajowej. Szczegółowe metody, ku temu służące, są dla każdego czynnika meteorologicznego oddzielnie wyłożone w części II podręcznika H. Meyera. Większość metod opracowania jest poparta przykładami i wyjaśnień nie wymaga.

Kombinacja godzin dla temperatury powietrza u nas przyjęta ($^1/_4$ $(7\,a + 1\,p + 2.9\,p)$ — w sieci warszawskiej i $^1/_4$ $(7\,a + 2\,p + 2.\,9\,p)$ — w sieci galicyjskiej) dają prawie dokładnie rzeczy-

wistą średnią dzienną temperaturę[1]). Na tę kombinację można przerachowywać temperatury, wzięte z roczników Głównego Obserwatorjum Fizycznego w Petersburgu, które używa kombinacji $^1/_3\,(7a + 1p + 9p)$. Spotykana w sieci galicyjskiej kombinacja, z terminem obserwacji o 8 rano i wieczorem, jest w naszym klimacie bardzo niewłaściwa, poprawki na letnie miesiące są zbyt wielkie i niepewne, tak, że lepiej średnich temperatur zgoła nie wyprowadzać.

J. Hann w Klimatologji (str. 50—64, wyd. II) szczegółowo roztrząsa metody i pojęcia stanów wilgotności powietrza, opowiada się przeciwko niedosytowi powietrza (Sättigungsdeficit), który ze swej strony usilnie zaleca wprowadzić H. Meyer, rugujac wilgotność względną. Z polemicznych rozważań Hanna wynika niewątpliwie, że żaden czynnik wilgotnościowy nie charakteryzuje dostatecznie stanu przeciętnego ilości pary wodnej w powietrzu. Powoduje to różne nieporozumienia, przytoczone przez Hanna; naogół najwięcej zaleca Hann wilgotność względną.

Uwagi i niektóre wzory w tej sprawie podałem w pracy o Niedosycie powietrza w Polsce (»Zdrowie«, Nr. 2 i 3, 1899). Wilgotność względna najlepiej określa stan pary wodnej, lecz jedynie w miesiącach, w których panuje dość jednolita temperatura, jak w zimie lub w lecie. Na wiosnę zaś i w jesieni, kiedy różnice temperatur są nader znaczne z dnia na dzień, wilgotność względna w postaci liczb średnich daje często wyniki błędne, wyrażające się w sumach ułamków z nader różnemi mianownikami, niesprowadzonemi do wspólnego. Stąd też wskazałem na konieczność rozważania ilości pary wodnej w powietrzu, w odniesieniu do właściwej temperatury, czyli jako funkcji temperatury. Wykonane zestawienie ujawniło fakt nowy, o ile wiem, dotychczas nie znany, że u nas i prawdopodobnie w całej Europie, a może i w innych częściach świata, najuboższą w parę wodną jest wiosna. Fakt ten nie jest wi-

---

[1]) Zob. spostrzeżenia meteorologiczne, dokonane w r. 1909 i 1910 (Warszawa, 1913), z dodatkiem o temperaturze powietrza przez W. Gorczyńskiego.

doczny na podstawie zwykłych zestawień. Przypuszczam, że wartoby sprawdzić zjawisko w granicach najszerszych. Wiosna obfituje w przebiegi, pozostające w pewnym związku z ubóstwem pary wodnej; tak znane są ogólnie przymrozki majowe, oraz t. zw. miesiąc kwietniowy (lune rousse) we Francji. S. Arrhenius w t. I swego Lehrbuch der kosmischen Physik z naciskiem podkreśla osobliwy charakter wiosny zachodnioeuropejskiej w związku ze zmienną działalnością słońca.

Opracowując jakikolwiek czynnik, należy mieć surowe dane, ogłaszane w wydawnictwach centralnych instytucji meteorologicznych. Wydawnictwa te znajdują się w sprzedaży, wszelako trudno je nabywać z powodu niepomiernie wygórowanej ceny. Najtaniej wypadnie zwrócić się do bibljoteki przy instytucji meteorologicznej lub do bibljotek uniwersyteckich, które zazwyczaj ważniejsze wydawnictwa posiadają. Od instytucji metoorologicznych centralnych można uzyskać odpisy spostrzeżeń za niewielką opłatą na rzecz biura.

METEOROLOGIA W POLSCE.

7. Zaznaczyliśmy już we Wstępie ogólnym, że w Warszawie były dokonywane spostrzeżenia przez pierwszą organizację meteorologiczną około roku 1656. Część spostrzeżeń ówczesnych z miast włoskich dochowała się; z paryskich tylko ułamki; prof. G. Hellmann poszukiwał napróżno spostrzeżeń z Niemiec; warszawskich nikt nie szukał; być może, że znajdują się one w archiwach pojezuickich. Mamy jednak niewydane dotychczas, nie instrumentalne długoletnie spostrzeżenia z wieku XV w Krakowie. Mogą tam ukrywać się ważne dane dla fizyki kuli ziemskiej.

Te dawne spostrzeżenia odkrył Birkenmajer w Bibljotece Jagiellońskiej, zapisane na starych almanachach astronomicznych. Sporadycznie od 1490, a stale od 1502 do 1517, prowadził notatki Marcin Biem; po przerwie wskutek przeniesienia się na probostwo w Olkuszu, Biem w dalszym ciągu prowadził spostrzeżenia od 1525 do śmierci w r. 1540. Jednocześnie, lub prawie równocześnie, kilku innych profesorów (m. in. Leonard

z Dobczyc, Michał z Wiślicy) również notują dane w podobnych kalendarzach, wydawanych przez Stöfflera w Tybindze.

Do niedawna zupełnie lekceważono spostrzeżenia nie instrumentalne, natomiast najdawniejsze, wykonane narzędziami, opracowywano i ogłaszano; okazało się jednak, że najdokładniejsze z nich, jak np. temperatura powietrza ze Sztokholmu od roku 1756, wydana przez H. Hamberga, jest wątpliwa z wielu względów; inne podobne dane są jeszcze mniej wartościowe, a nawet wręcz szkodliwe, ponieważ łudzą pozorami ścisłości. O ile chcemy cofnąć się wstecz, aby zdać sobie sprawę z przypuszczalnych wiekowych wahań klimatu, należy zużytkować umiejętnie spostrzeżenia nieinstrumentalne. Przykład takiego wyzyskania danych przedstawia opracowanie dziennika Tychona-Brahe od 1582 do 1591. Dowiadujemy się mianowicie, że na wyspie Hven podczas późnej zimy opad częściej występował w postaci śniegu, niż dzisiaj, tak w 75$^0/_0$ dni w lutym i w 63$^0/_0$ dni w marcu, zjawiał się śnieg, gdy obecnie odpowiednie liczby wyrażają się 53 i 46 procentami; zima zatym była ostrzejsza. Dalej Tychon notuje maximum opadu w lipcu, dziś mamy je w sierpniu; maximum burz było w czerwcu, dziś jest w lipcu. Wszystko to wskazuje cieplejsze lato ongi. Zima zatym i lato uwydatniają, więcej niż ongi, lądowy klimat Danji, w porównaniu ze stanem obecnym; przeciętna temperatura roczna jednak nie uległa zmianie, ponieważ data ostatniego wiosennego i pierwszego jesiennego przymrozku z czasów Tychona tylko o jeden dzień wyprzedza datę dzisiejszą.

Na sto lat przed Tychonem-Brahe mieliśmy zatym znacznie dłuższy szereg spostrzeżeń i po porównaniu ze wzmiankami o innych podobnych spostrzeżeniach (G. Hellmann. Meteorologische Beobachtungen vom XIV—XVII Jahrh. Berlin), dowiadujemy się, że nasze były najwięcej długoletnie i szczegółowe.

Jako etap pośredni istnieją spostrzeżenia, z dnia na dzień prowadzone, przez lat 8 od r. 1665 na Litwie, przez Jana Antoniego Chrapowickiego, wojewodę witebskiego. W Djarjuszu wojewody każdy dzień jest ściśle pod względem pogody scharakteryzowany; wiarogodność i ścisłość danych nie podlega wąt-

pliwości. Na dowód przytoczę, że w owym czasie błyszczały na niebie dwie komety, z których jedna na naszym horyzoncie tylko przez dni parę była widzialna i to w nader niekorzystnych warunkach; niemniej oba ciała niebieskie zostały zauważone i zanotowane.

Dla Warszawy znajdujemy spostrzeżenia, początkowo dorywcze, dopiero w wieku XVIII, a mianowicie Erndtela (1725—1728), Guettarda (1761—1762) i in.; w r. 1779 poczynają się regularne pomiary Ks. Bystrzyckiego, nadwornego astronoma królewskiego, prowadzone do r. 1800. Od r. 1803 do 1828 robił spostrzeżenia Antoni Magier [1]) w domu przy ul. Piwnej; wreszcie od r. 1826 datują się dotychczas prowadzone pomiary wszystkich czynników meteorologicznych przy obserwatorjum uniwersyteckim w ogrodzie botanicznym. W Wilnie również przy obserwatorjum astronomicznym zaczęto spostrzeżenia w r. 1778; w Krakowie w ostatnich latach stulecia XVIII. Z tego również czasu zachowały się w bibljotece uniwersyteckiej spostrzeżenia ze Lwowa.

8. Jak zaznaczyliśmy, Warszawa, Wilno i Kraków są stacjami dużej wagi dla nauki, przeto stacje tego rodzaju powinnyby cieszyć się wyjątkową opieką ze strony kół fachowych. Możnaby oczekiwać, że w podobnie długoletnich stacjach najtroskliwiej zachowaną będzie nietylko ciągłość spostrzeżeń, lecz i metody, przy których pomocy spostrzeżenia były wykonywane, oczywiście, o ile nie ujawniono zbyt rażących uchyleń. Już w wieku XVIII zdawano sobie sprawę z potrzeby należytego umieszczenia termometrów i, jak wskazują obecne opracowania, termometr znajdował się na ogół w stanie zadowalającym, co trwało bez zmiany przez znaczną część stulecia XIX. Dopiero w drugiej połowie wieku XIX, kiedy nastąpił żywy rozwój spostrzeżeń, zaczęto niekiedy zbyt radykalnie ulepszać dotychczasowe sposoby umieszczania przyrządów. Nie oszczę-

[1]) Spostrzeżenia Bystrzyckiego i Magiera dotychczas w całości nie są ogłoszone drukiem. Rękopis Bystrzyckiego znajduje się w Bibljotece Obserwatorjum; rękopis zaś spostrzeżeń Magiera, wysłany na żądanie Głównego Obserwatorjum Fizycznego w Petersburgu Wildowi, nie został dotąd zwrócony.

dzano przytym dawnych stacji długoletnich, tak że obecnie jest na kuli ziemskiej podobno jedna tylko stacja meteorologiczna, w Sztokholmie, w której przez 100 lat umieszczenie termometru nie ulegało zmianie. I sprawdziło się, że »lepsze jest wrogiem dobrego«; niweczono niejednokrotnie porównywalność długoletnich spostrzeżeń, dla osiągnięcia poprawki wątpliwej wartości.

Dziś, kiedy szeroko rozwija się dyskusja w sprawie przypuszczalnych, wiekowych lub okresowych zmian czynników meteorologicznych na kuli ziemskiej, wychodzi na jaw brak wiarogodnych danych dla najważniejszych z tych czynników, temperatury powietrza i opadów atmosferycznych, pomimo istnienia stacji przeszło 150-letnich. Nasze stacje historyczne nie uniknęły powszechnego losu. W Warszawie jednolite spostrzeżenia z niewielką tylko zmianą w terminach obserwacji, radykalnie przekształcono w r. 1888, przez przeniesienie termometrów z piętra do budki Wilda w ogrodzie. Dodać należy, że przez 3 lata prowadzone były równoległe spostrzeżenia na dawnym i nowym miejscu, aby wykryć odpowiednie poprawki; gdzieindziej nie robiono sobie tego zachodu. Obecnie powszechnie na stacjach sieci rosyjskiej ruguje się budki Wilda i wprowadza się budki angielskie. I nie koniec na tym; tendencja »ulepszeń« nie słabnie; dowiadujemy się, że od budki angielskiej lepsza jest budka angielsko-rosyjska, od niej zaś rdzennie rosyjska. Międzynarodowa organizacja meteorologiczna powinnaby, dla zachowania porównywalności spostrzeżeń, położyć kres wszelkim zbytecznym »ulepszeniom« na stacjach historycznych.

Po zwinięciu obserwatorjum w Wilnie przeniesiono stację meteorologiczną na inne miejsce; w nowej serji spostrzeżeń spotykamy przerwy, co jasno dowodzi, że nowi obserwatorzy nie zdają sobie sprawy z ważności tej stacji. Wdzięczne zadanie miałoby Wileńskie Towarzystwo Przyjaciół Nauk, gdyby zechciało wejrzeć w tę sprawę. Należałoby otworzyć dwie stacje termometryczno-opadowe, jedną w warunkach najwięcej zbliżonych do dawnej, przy obserwatorjum astronomicznym, i drugą poza miastem, w warunkach normalnych, na otwartej przestrzeni. W ten sposób, przez dłuższy czas, równolegle prowa-

dzone spostrzeżenia rzuciłyby ciekawe światło na cały okres dawniejszy.

Przed niedawnym czasem groził też stacji meteorologicznej przy obserwatorjum w ogrodzie botanicznym w Warszawie podobny los, jaki spotkał stację w Wilnie. Ówczesny kierownik obserwatorjum warszawskiego zadecydował, iż stację należy zwinąć jako zbyteczną, ponieważ i tak w Warszawie istnieje ich kilka. Ten dziwny projekt miał wszelkie szanse przejścia, i tylko śmierć projektodawcy uratowała stację, jedyną zresztą która jest niezbędna dla celów ściśle naukowych.

W znacznie pomyślniejszych warunkach funkcjonuje stacja w Krakowie, umieszczona przy tamtejszym obserwatorjum astronomicznym, przy ogrodzie botanicznym. Rozwój miasta w kierunku ku ogrodowi stawia stację krakowską w tym samym położeniu, w jakim dziś znajduje się warszawska, z przyczyny niedawno wzniesionych budowli w sąsiedztwie. W Krakowie zmieniano kilkakrotnie terminy obserwacji; prowadzono je czas jakiś według czasu środkowo-europejskiego.

Wszystkie stacje długoletnie przechodziły przez podobne, mniej lub więcej szkodliwe reformy, które nie dają możności wykrycia drobnych, z natury rzeczy, zmian postępowych, jeżeli one wogóle istnieją. Na stacjach tego rodzaju należałoby powrócić do tych samych metod i warunków, jakie uprzednio przez czas dłuższy panowały, o ile jest to jeszcze możliwe; inaczej przyszłe pokolenia, na podstawie li tylko spostrzeżeń, nie wiele więcej od nas wiedzieć będą o zmianach wiekowych.

9. Warunki polityczne kraju sprawiły, że w meteorologji musieliśmy zająć stanowisko drugorzędne, ograniczając działalność do gromadzenia danych klimatycznych. Lecz i w tym skromnym zakresie niepodobna było przeprowadzić należytej organizacji. Meteorologja, z natury swych zagadnień, musi opierać się na pracy zbiorowej, prowadzonej według jednolitej instrukcji, najściślej zastosowanej do właściwości klimatycznych całego terytorjum. Kierownicza instytucja musi posiadać dostateczne środki na utrzymanie składu osobistego dla opracowywania gromadzonego materjału oraz dla niezbędnego dozoru nad pracą obserwatorów; niekontrolowane bowiem spostrzeżenia,

nawet przy najlepszych chęciach obserwatorów, bądź wskutek wadliwego ustawienia narzędzi, bądź też dla braku poprawek przy narzędziach, tylko szkodę przynoszą, przedstawiając w niewłaściwym świetle charakter klimatyczny miejscowości.

Potrzebę gromadzenia spostrzeżeń dość powszechnie rozumiano; tu i owdzie powstawały stacje meteorologiczne, powstawały wreszcie organizacje meteorologiczne, właściwie mówiąc ich pozory, dla braku odpowiednich środków materjalnych.

Najpierw zorganizowano galicyjską sieć meteorologiczną w r. 1865 z inicjatywy Krakowskiego Towarzystwa Naukowego. Z różnemi zmianami w ciągu długiego szeregu lat sieć funkcjonuje dotychczas i po połączeniu z siecią Towarzystwa Tatrzańskiego, według sprawozdania za r. 1909, liczyła stacji 28. Wyniki spostrzeżeń opracowuje obserwatorjum astronomiczne w Krakowie (do r. 1916 pod kierunkiem prof. M. P. Rudzkiego). Siecią stacji deszczowych zajmuje się Krajowe Biuro Hidrograficzne we Lwowie. Spostrzeżenia sieci galicyjskiej wydawane są w rocznikach p. t. Sprawozdania Komisji Fizjograficznej Akademji Umiejętności w Krakowie. Pewną liczbę spostrzeżeń wydano w Roczniku Towarzystwa Tatrzańskiego. Przy opracowywaniu danych klimatycznych w Galicji należy posiłkować się wydawnictwem wiedeńskim: Jahrbücher der k. k. Zentral-Anstalt für Meteorologie und Geodynamik, gdyż schemat spostrzeżeń meteorologicznych ze Sprawozdań Komisji Fizjograficznej nie był dogodny i dopiero w ostatnich latach został zmieniony. Duże trudności przy opracowywaniu sprawia temperatura powietrza, wskutek najróżnorodniejszych kombinacji godzin terminowych (osobliwym pomysłem było prowadzenie czas jakiś spostrzeżeń nie według czasu miejscowego, lecz według środkowo-europejskiego). Wiadomości o stacjach są na ogół niedostateczne (zob. sprawozdanie W. Gorczyńskiego: O przebiegu dziennym temperatury w Krakowie i Sieć stacji opadowych Biura Hidrograficznego we Lwowie. Wiadomości matematyczne, t. 15. 1910).

Warszawska sieć meteorologiczna powstała w r. 1886, staraniem b. Sekcji Cukrowniczej przy Towarzystwie

popierania Przemysłu i Handlu; zreformowana w r. 1902, rozwinęła się w r. 1910 przez utworzenie szeregu stacji pluwjometrycznych. Całkowity obraz działalności sieci mieści się w Pamiętniku Fizjograficznym, od t. VII poczynając, oraz w Sprawozdaniach o działalności Sieci Meteorologicznej Warszawskiej, ogłaszanych corocznie w Wiadomościach Matematycznych, poczynając od t. VII (Sprawozdanie za r. 1902). Pierwszym kierownikiem sieci był prof. W. Kwietniewski (do zgonu w r. 1901), obecnie jest nim W. Gorczyński.

10. Materjały do klimatologji ziem polskich.

Ciśnienie atmosfery.

J. Hann. Die Verteilung der Luftdruckes über Mittel-und Süd-Europa. Geographische Abhandlungen. Band II. Heft 2. Wiedeń, 1887.

A. De Tillo. Répartition géographique de la pression atmosphérique sur le territoire de l'Empire de Russie et sur le continent Asiatique. Mem. Soc. Imp. de géogr. Vol. XXI. Petersburg, 1890.

Temperatura powietrza.

R. Merecki. Klimatologja Ziem Polskich. I. Nieokresowa zmienność temperatury powietrza, t. XXXV Rozp. mat.-przyr. Ak. Um. Kraków, 1899.

— Nieokresowa zmienność temperatury powietrza. Kosmos, XXVIII. Lwów, 1904.

Varnek. Distribution de minima et maxima absolues de la temperature et de leurs amplitudes sur la surface de l'Empire de Russie. Mém. Acad. des Sc. ser. 8, t. 5, Nr. 6, Petersburg, 1897.

W. Gorczyński. Spostrzeżenia meteorologiczne, dokonane w r. 1909 i 1910, z dodatkiem o temperaturze powietrza na ziemiach polskich (1886—1910) oraz w Warszawie od roku 1779. Warszawa, 1913.

W. Gorczyński i St. Kosińska. O temperaturze powietrza w Polsce. Z 28 mapami izoterm. Osobne odbicie z tomu XXIII Pam. Fizyograf. Warszawa, 1916. Str. 260. Zawiera szczegółową bibljografję tego działu oraz dziedzin pokrewnych, na str. 182—196.

H. Wild. Die Temperaturverhältnisse des russischen Reiches, Rep. f. Meteor. Suplementband I, Petersburg, 1881.

E. Wahlen. Wahre Tagesmittel und tägliche Variation der Lufttemperatur an 18 Stationen des russischen Reiches. Rep. f. Met. Supl. Band III. 1886.

H. Wild. Neue Normal-Lufttemperaturen für das russische Reich. Mém. Ac. des Sc. Petersburg, vol. I, Nr. 8, 1894.

W. Trabert. Isotermen von Österreich. Denkschr. K. Akad. d. Wiss. t. 73. Wiedeń, 1901.

Wilgotność powietrza.

R. Merecki. Niedosyt powietrza w Królestwie Polskim, w zachodnich guberniach Cesarstwa i w Galicji. Zdrowie, Nr. 2 i 3, 1899.

A. Kaminsky. Der jährliche Gang und die Verteilung der Feuchtigkeit der Luft in Russland nach den Beobachtungen von 1871—1890. Rep. f. Met. VI Supplement. Petersburg, 1894.

O. Britzke. Der jährliche Gang der Verdunstung in Russland. Rep. f. Met. Nr. 10, 1894.

Wiatry.

M. Satke. Roczny i dzienny przebieg wiatrów w Tarnopolu. Tom XXVII Spraw. Kom. Fizyograf. Kraków, 1893.

A. Pietkiewicz. O wiatrach w Warszawie, Pam. Fizjograf. t. VII. 1887.

J. Kiersnowsky. La direction et la vitesse du vent sur la surface de l'empire Russe. Mém. Acad. Sc. Petersburg. Vol. II. Nr. 4. 1895.

Opady.

W. Gorczyński. O opadach w Warszawie. Spraw. Tow. Nauk. Warsz. Listopad, 1910.

— O zmienności opadów na zasadzie obserwacji Warszawskich od r. 1802. Spraw. Tow. Nauk. Warsz. Grudzień, 1910.

— Materjały do poznania opadów w Królestwie Polskiem. Warszawa, 1912. Wydawnictwo komisji meteorolog. Tow. Nauk. Warsz.

G. Hellmann. Die Niederschläge in den norddeutschen Stromgebieten. 3 tomy, Berlin, 1906.

R. Danyszówna. O rozmieszczeniu geograficznem opadów

atmosferycznych w Królestwie Polskiem. Spraw. Tow. Nauk. Warsz. 1913. (Str. 30—42).

E. Romer. Geograficzne rozmieszczenie opadów atmosferycznych w krainach karpackich. Rozpr. Akad. Um. Kraków, t. XXIX, 1895.

H. Wild. Neue vieljährige und fünfjährige Mittel der Niederschlagsmengen und der Zahl der Tage mit Niederschlag für das Russische Reich. Mém. Acad. Sc. Petersburg. V. III. Nr. I, 1895.

E. Heintz. Über die Niederschläge, die Schneemenge und die Verdunstung in den Flussgebieten des Europäischen Russland. Petersburg, 1898 (po rosyjsku).

Zachmurzenie.

W. Satke. Roczny przebieg stanu zachmurzenia w Galicji. Rozpr. Akad. Um. t. XXXIV. Kraków, 1898.

W. Gorczyński i W. Wierzbicka. O wartościach średnich zachmurzenia w Polsce. Spraw. Tow. Nauk. Warsz. VIII, 1915.

— O rozkładzie gieograficznym dni pogodnych i pochmurnych w Polsce. Spraw. Tow. Nauk. Warsz. IX, 1916.

A. Schoenrock. Die Bewölkung des Russischen Reiches. Mém. Acad Sc. Petersburg. Vol. I. Nr. 9. 1895 (po rosyjsku).

Usłonecznienie.

W. Gorczyński. O insolacji ziem polskich. Geografja fizyczna. Encyklopedja polska t. I. Kraków, 1913. Str. 161—170. Szczegółowo wskazana cała literatura przedmiotu, str. 169.

Spostrzeżenia meteorologiczne.

Pamiętnik Fizjograficzny. Warszawa.

Sprawozdania Komisji Fizjograficznej Akademji Umiejętności w Krakowie.

Letopisi Gławnoj Fiziczeskoj Obserwatorii, Petersburg; Jahrbücher der K. K. Central Anstalt für Meteorologie und Geodynamik. Wiedeń.

Jahrbuch des K. K. Hydrograph. Centralbureau, Wiedeń.

Veröffentlichungen des königl. Preussischen Meteorologischen Instituts. Berlin.

11. Wskazówki bibljograficzne.

A. Polskie podręczniki meteorologji ogólnej.

Jan Śniadecki. Jeografiia, czyli opisanie matematyczne i fizyczne ziemi. Wydanie III w Wilnie, 1818. (Wyd. I. Kraków, 1803). Str. XIX + 451 + 18.

W przedmowie do pierwszego wydania Śniadecki pisze: »Założyłem sobie w tem piśmie . . . wszystkie wiadomości, wynalazki i myśli, do poznania ziemi ściągające się, rozrzucone po matematyce, astronomji i fizyce ogólnej, pod jeden widok zebrać; te w pewnym porządku, stosunku i związku wystawić«.

Nie mając wzorów w literaturach obcych (przedmowa do wyd. I) Śniadecki dał pierwszy oryginalny podręcznik Fizyki kosmicznej, w układzie i zakresie niewiele różniącym się w porównaniu z najnowszym doskonałym podręcznikiem W. Traberta. Śniadeckiego nie byłby zadowolił późniejszy rozwój meteorologji w XIX stuleciu, ani metoda gieograficzno-statystyczna, ani też synoptyczna. Wskazuje on wyraźnie na konieczność stosowania ścisłych metod fizycznych przy badaniu zjawisk w atmosferze:

»Tu łatwo się przekonać, że same obserwacje bez ugruntowanej dobrze teorji... nie wiele nas nauczą o ogólnym biegu i związku fenomenów, tak rozlicznych i zmiennych; bo ogarnąć pojęciem dzieła natury w tem wszystkiem, co stanowi ich wzajemny na siebie wpływ i zawisłość, nie jest to robota samych oczu i pamięci, ani samych mechanicznych sztuk i narzędzi; ale jest to rzecz rozumu, umiejącego w tłumie obserwacji upatrzyć i rozróżnić to, co jest stateczne i powszechne, od tego, co jest zmienne i szczególne, i szukającego w początkach pewnych i ogólnych tego węzła, który wszystko spaja, jednoczy i godzi«.

»Tak złożony ciągły łańcuch przyczyn i skutków zawierałby wszystkie pierwiastki dokończonej umiejętności, o tem, co zowią zwyczajnie Meteorologją różnych miejsc i krajów ziemskich. Za pomocą tak daleko posuniętej nauki, z tego co było i jest, dochodzilibyśmy z pewnością tego, co będzie; to jest z odmian poprzedzających atmosfery przepowiedziećby można odmiany nastąpić mające, z niezmierną dla rolnictwa,

ekonomji i całego towarzystwa korzyścią i przysługą. Ten jest, a przynajmniej ten być powinien walny cel i ostatni zamiar obserwacji meteorologicznych«.

F. Foissac. M e t e o r o l o g i a czyli nauka o zjawiskach w powietrzu dostrzeganych, o ich związku i wpływie na królestwo organiczne, a głównie na człowieka. Przełożył JAN BARANOWSKI. Tomów 2, Warszawa, 1858. Str. 446+504.

Barwne opowieści o różnych zjawiskach, mniej lub więcej związanych z meteorologją. Nagroda Akademji Paryskiej, przyznana autorowi. wskazuje nizki stan meteorologji we Francji; pośrednio u nas. Ważne są wiadomości podane przez tłumacza o spostrzeżeniach meteorologicznych w Królestwie Polskim, oraz niektóre interesujące przypiski o osobliwych zjawiskach.

A. Pietkiewicz. M e t e o r o l o g i a. Kraków, 1872. Str. 600, z wielu tablicami i drzeworytami.

Książka przestarzała, autor daje stan meteorologji z pierwszej połowy ubiegłego stulecia.

H. Mohn. Z a s a d y m e t e o r o l o g j i w sposób dostępny przedstawione. Przekład z IV. wyd. niem. S. KRAMSZTYKA. Warszawa, 1888. Str. XVI+316, z 24 tablicami litograficznemi, 43 drzeworytami Cena rb. 1.

Dziś jeszcze dzieło wartościowe, w doskonałym przekładzie.

P. Klein. M e t e o r o l o g j a o g ó l n a. Przełożył R. MERECKI. Warszawa, 1915. Str. VII+437+7 sprostowań (dodatek). Wyd. Kasy im. Mianowskiego. Cena rb. 1 kop. 80.

M. P. Rudzki. Z a s a d y m e t e o r o l o g j i. Wyd. Kasy Mianowskiego, Warszawa (w druku).

T r e ś ć: I. Atmosfera, para, chmury. — II. Kondensacja. — III. Statyka atmosfery. Wzór barometryczny. — IV. Wiatry. — V. Promieniowanie. — VI. Niektóre wiadomości z praktyki meteorologicznej. — VII. Przepowiadanie pogody. — Rzecz bardzo cenna, pisana z punktu widzenia fizyka, dążącego do naukowego wyjaśnienia zjawisk, z pominięciem balastu statystycznego, i dająca doskonały pogląd na nowsze badania w tym kierunku. Jakkolwiek pisana przystępnie, z uwzględnieniem potrzeb rolników, wymaga nieco gruntowniejszego przygotowania, niż inne dzieła wymienione.

B. Dzieła o klimatologji ziem polskich.

V. Kremser. Die klimatischen Verhältnisse des Memel-Pregel- und Weichselstrom-Gebietes. Berlin, 1900. Por. także Meteorologische Zeitschrift, 1900, str. 289—317, 337—355.

Praca źródłowa, dotycząca środkowych i północnych dzielnic naszego kraju.

R. Merecki. Szkic klimatologji ziem polskich. Warszawa, 1897. W dziele zbiorowym Wiadomości z nauki o pogodzie. Str. 212—288. Dodatek do »Gazety Rolniczej«.

R. Merecki. Klimatologja ziem polskich. Wydanie Kasy im. Mianowskiego. Warszawa, 1915. Str. 313. Cena rb. 1 kop. 80.

Treść: I. Indywidualizm klimatu Polski. Dziedziny klimatyczne Polski. — II. Temperatura powietrza w Warszawie. Średnie odchylenie i błąd prawdopodobny. Okres dzienny temperatury powietrza. Normalna średnia dzienna temperatura w Polsce. Pory roku. — III. Okres roczny temperatury powietrza w Polsce. — IV. Zmienność temperatur. Układ i prawdopodobieństwo średnich dziennych temperatur. — V. Para wodna w powietrzu. — VI. Opady atmosferyczne. — VII. O opadach w Warszawie. — VIII. Ciśnienie powietrza. Wiatr. Zachmurzenie i usłonecznienie. — IX. Zmiany wiekowe i okresowe.

E. Romer. Esquisse climatique de l'ancienne Pologne. Lozanna, 1910.

— Klimat Ziem polskich. Encyklopedja polska, t. I. Str. 171—128. Kraków, 1912.

Atlas climatologique de l'Empire de Russie, publié par l'Observatoire physique central Nicolas à l'occasion du cinquantième anniversaire de sa fondation.

STOPIEŃ III.

Treść: 1. Program i uwagi ogólne. — 2. Energja promieniowania słońca; wpływ jego zmiennej działalności. — 3. Główne ośrodki działania atmosfery. — 4. Meteorologja górnych warstw atmosfery. — 5. Dynamika atmosfery. — 6. Elektryczność atmosferyczna i magnetyzm ziemski. — 7. Uwagi o stacjach meteorologicznych. — 8. Obserwatorja meteorologiczne. — 9. Czasopisma meteorologiczne. — 10. Międzynarodowa organizacja meteorologiczna.

1. Jak zaznaczyliśmy we wstępie ogólnym, meteorologja jest jednym z działów fizyki ziemi, musi być zatym traktowana łącznie z całokształtem tej nauki. Ułatwia to nam zadanie, ponieważ ogólne wskazówki podane w Poradniku dla fizyki kuli ziemskiej w całości tutaj obowiązują. Ograniczamy się zatym do luźnych wskazówek, dotyczących ważniejszych zagadnień chwili bieżącej.

Sztuczne granice, w które wiek XIX starał się ująć meteorologję, ostać się nie mogły. Zwrot wystąpił nagle, nie wywołując opozycji; zwiotczała budowa runęła własnym ciężarem, na nową zaś dopiero gruntują się fundamenty. Stąd pochodzi niechęć współczesnych autorów do podawania ogólnych teorji meteorologji. Tak M. P. Rudzki w przedmowie do Fizyki ziemi (1909) powiada: »obecną chwilę uważam za nieodpowiednią do pisania podręcznika statyki i dynamiki atmosfery; wiadomości nasze z tej dziedziny powiększają się szybko, dawne doktryny walą się, a nowe nie są jeszcze ustalone«. W wykładach na uniwersytetach i w wyższych szkołach specjalnych niemieckich, austryjackich i szwajcarskich widać wyraźnie zmniejszenie się zainteresowania w stosunku do ogólnej meteorologji; liczba wykładów tego przedmiotu w ostatnich czasach uległa znacznej

redukcji w porównaniu z końcem ubiegłego stulecia, jakkolwiek liczba katedr wzrosła. Przeważają więc wykłady specjalnych działów nauki, zajęcia praktyczne, a nawet teorje dziś jeszcze z meteorologją luźno związane, jak elektryczność atmosferyczna i magnetyzm ziemski.

Widnokrąg rozszerzył się potężnie, utrudniając orjentację. Nie może współczesny meteorolog pomijać fizycznych teorji słońca, zwłaszcza jego teorji elektromagnetycznej; nie mogą mu być obce, do niedawna jeszcze obojętne, sprawy wnętrza ziemi, wobec istnienia pierwiastków promieniotwórczych (Zob. rozdz. IV, § 5. Fizyka Ziemi M. P. Rudzkiego). Zasadniczym błędem dotychczasowej meteorologji był pogląd, że można ograniczać się do badania atmosfery na niewielkiej przestrzeni powierzchni ziemi; wykazanie faktu, że atmosferę kuli ziemskiej należy traktować jako jednolitą całość, ujawniło rażący brak punktów obserwacyjnych, rozsianych w części Europy, części Ameryki i w kilku innych dzielnicach ziemi w nadmiarze, z pominięciem najdonioślejszych stanowisk na półkuli południowej; rozważanie wszelako atmosfery w całości rodzi nowy podział meteorologji na lądową i morską; ostatnia zwłaszcza silnie wyodrębnić się musi z chwilą, kiedy zamiast metody termometrycznej zostanie wprowadzona kalorymetryczna; meteorologja wreszcie wolnej atmosfery ujawniła istnienie odrębnych warstw na wyżynach częściowo dostępnych lub zgoła nie dostępnych dla bezpośredniej obserwacji.

Przypuszczamy, że czytelnik jest obznajomiony z fizyką kuli ziemskiej w zakresie wskazanym przez podręczniki:

W. Trabert. Lehrbuch der kosmischen Physik. Lipsk i Berlin, 1911. Str. 622.

M. P. Rudzki. Fizyka ziemi. Kraków, 1909. Str. 532.

Oba dzieła uzupełniają się wzajemnie. Doskonała praca Traberta, poparta uwagami filozoficznemi i historycznemi, jest podręcznikiem, który należałoby zalecić przy wykładzie t. zw. »Kosmografji« w wyższych klasach szkół średnich. Dla studjujących meteorologję ważna zwłaszcza jest część III-cia, w której autor daje oryginalny, wyczerpujący obraz zjawisk, związanych z przebiegiem promieni słonecznych w atmosferze ziemskiej. Wykład

Traberta z konieczności był skondensowany, zważywszy ogrom poruszonych zagadnień; poza przytoczoną częścią III-cią, nie może zadowolić tego, kto pragnie pogłębić przedmiot; znajdzie natomiast należyte uzupełnienie w dziele Rudzkiego. Bezpośrednio meteorologów dotyczą rozdziały VII, VIII, XI, XIII i XIV, traktujące o morfologji oceanów i własnościach wody morskiej, o falach, o prądach, lodzie i lodowcach oraz o epoce lodowej i zmienności klimatu.

Wszystkie dotychczasowe teorje słońca wyczerpująco, chociaż treściwie, podaje:

J. Bosler. Les théories modernes du soleil. Encyclopédie Scientifique. Paryż, 1910.

Wspomniane tu są teorje t. zw. »meteorologiczne« (rozdz. 1); i najnowsze »elektromagnetyczne« (rozdz. 5); nie jest pominięta teorja »optyczna« Schmidta i Juliusa.

Całkowity wykład nauki o słońcu w formie ogólnie przystępnej podaje:

E. Pringsheim Vorlesungen über die Physik der Sonne. Lipsk i Berlin, 1910.

W odczycie III-m mamy interesujący meteorologów wykład: o okresowości zjawisk na słońcu według analizy harmonicznej Schustera, o przypuszczalnym związku ze zjawiskami ziemskiemi, zagadnieniach dotyczących jonizacji słońca przy pośrednictwie promieni słonecznych.

Niezbędnym przewodnikiem w dziedzinie meteorologji jest:

J. Hann. Lehrbuch der Meteorologie. Tauchnitz. Lipsk. Wydanie III przerobione i uzupełnione przez R. Süringa. 1916. Cena m. 36 (wydanie II z r. 1906; wydanie I z r. 1901).

»Niema człowieka równie uprawnionego i powołanego do napisania podręcznika, jak autor Meteorologji«, słusznie zaznacza jeden ze sprawozdawców (G. Hellmann, Meteor. Zeitschr., 1901). Przed oczyma Hanna rozwinęła się cała meteorologja współczesna; w każdej prawie dziedzinie sam pracował, w wielu zaś utrwalił wyniki swych poszukiwań. Trzeba to mieć stale w pamięci, studjując dzieło, pod względem wykładu nie dość przejrzyste. Wprost wydaje się, że czytamy jedną więcej kompilację,

dość zawile ułożoną [1]). Ostrożność i wstrzemięźliwość autora w stosunku do nowych wyników sprawia wrażenie braku wiary w przyszłość nauki; brak również wskazówek co do zagadnień przyszłości, których możnaby oczekiwać od badacza tej miary. Dzieło jest pouczające, nie pobudza jednak do nowych pomysłów.

Z historją meteorologji współczesnej zaznajamia dzieło:

H. Hildebrand-Hildebrandsson et **L. Teisserenc de Bort.** Les bases de la Météorologie Dynamique. Historique — État de nos connaissances. Paryż, 1901 — 1908. Tom I, str. 228. Tom II, str. 345.

W układzie chronologicznym przebiegają autorzy wszystkie etapy w rozwoju meteorologji dynamicznej, ograniczają się jedynie do wyników, otrzymanych na podstawie spostrzeżeń. Metody teoretyczne są pominięte. Jest to dotkliwy brak dzieła, przeto jako uzupełnienie polecić możemy krytycznie rozważony zbiór przekładów prac Halley'a, Hadley'a, Maury, Ferrela, Siemensa, Möllera, Oberbecka i Helmholtza:

M. Brillouin. Mémoires originaux sur la circulation générale de l'atmosphère. Paryż, 1900.

Podobny zbiór przekładów wydał w Ameryce:

Cleveland Abbe. The Mechanics of the Earth's Atmosphere. Waszyngton, 1891.

Pominięty tam jest Ferrel, są natomiast pomieszczone ważne badania Bezolda, podstawowe w najnowszym okresie meteorologji.

W r. 1903 zjawiło się dzieło:

S. Arrhenius. Lehrbuch der kosmischen Physik. (Lipsk, str. 1036. Cena m. 36), w którym tom II-gi poświęcony jest meteorologji właściwej. Autor, znany fizyko-chemik, nie będąc fachowym meteorologiem, wniósł jednak do tej nauki prąd ożywczy, wskazując konieczność stosowania czysto fizycznych metod badań zamiast dotychczasowych metod statystycznych lub synoptycznych. Przytoczone dzieła stanowią istotny stan me-

---

[1]) Osobliwy jest kontrast tego ciężko uczonego dzieła ze szczuplym i treściwym, a nadzwyczaj pouczającym zarysem meteorologji Rudzkiego (p. str. 449).

teorologji na początku wieku bieżącego. Ostatnie dziesięciolecie nie przyniosło nowych zagadnień, lecz pogłębiło poszukiwania dawniejsze i dobitniej zarysowały się wytyczne kierunki współczesne. Wymieniamy tutaj niektóre prace z ostatnich czasów, streszczające najwięcej interesujące zagadnienia doby obecnej.

2. Energja promieniowania słonecznego, jako czynnik miarodajny w mechanizmie atmosfery, jest obecnie przedmiotem różnostronnych poszukiwań. Założone przez Langley'a, przeznaczone do badań fizyki słońca, obserwatorjum przy Smithsonian Institution w Waszyngtonie wydało w r. 1908-m tom II-gi dokonanych prac (Annales of the Astrophysical Observatory at the Smithsonian Institution). Amerykańscy badacze Abbot i Fowle twierdzą, że wykryli zmianę w natężeniu promieniowania słońca, wywołaną eliptycznością drogi ziemskiej. Ten doniosły wynik rozstrzygałby przedewszystkim decydująco sprawę narzędzi i metod, służących do pomiarów promieniowania; dalej potwierdzałby inne wyniki pomiarów tychże badaczów, wskazujących na istnienie krótkotrwałych wahań »stałej słonecznej« w okresie kilku i kilkunastu dni. Twierdzenie Abbota i Fowle'a zostało przyjęte w najnowszych podręcznikach (Rudzkiego, Traberta), sądzimy wszelako, że ważność zagadnienia każe oczekiwać dalszych jeszcze wyjaśnień. Oto nasuwa się przypuszczenie, poparte nawet odpowiednim wykresem (l. c. tabl. XV), że wpływ rocznego okresu pary wodnej nie został wyrugowany należycie; tylko współczesne pomiary w szerokościach wyższych półkuli południowej mogłyby tu zdecydować. Zarzuty przeciwko bezwględnej wielkości »stałej słonecznej« Abbota i Fowle'a podnosi F. W. Very (Astrophysical Journal, 1911, str. 371 oraz Bulletin astronomique. 1913. I). Odpowiadają Abbot i Fowle w Astroph. Journal 1912, str. 92. i podają wiadomości o dalszych pomiarach »stałej« między r. 1905 i 1909 w tymże miesięczniku za rok 1911, str. 192 i za rok 1910 w Meteor. Zeitschr. 1911. III.

Źródłowe prace, dotyczące promieniowania, ogłosił W. Gorczyński. (Szczegóły i literatura w artykule W. Gorczyńskiego: O insolacyi ziem polskich. Encyklop. polska, t. I).

Prace Abbota i Fowle'a wybitnie posunęły naukę, i naj-

ważniejsze zagadnienie fizyki kuli ziemskiej jest obecnie w fazie blizkiej rozwiązania, są już bowiem dane przypuszczalnie wystarczające. W rzeczy samej, z jednej strony pomiary bolometryczne wskazują okresowe wahania w promieniowaniu słońca, z drugiej zaś pomiary grubszemi narzędziami dokonane uwydatniły czasowe ogólno-ziemskie zniżki promieniowania słońca pod wpływem przyczyn ziemskich (depresja promieniowania z r. 1903 oraz z r. 1912, stwierdzona również aktynometrycznemi pomiarami Gorczyńskiego w Warszawie). Depresje ogólnoziemskie promieniowania, obu przyczynami wywołane, powinnyby swoiście zarysować się w przebiegu czynników meteorologicznych, i odpowiednie porównanie stanów pogody pozwoli może rozwiązać inne doniosłe zagadnienie, o wpływie zmiennej działalności słońca na czynniki meteorologiczne ziemskie.

Żywotności tego zagadnienia odpowiada olbrzymia literatura, przytaczana we wszystkich podręcznikach meteorologji i klimatografji, oraz fakt, że prawie wszyscy współcześni meteorologowie podają w tej sprawie swoje przyczynki. Naogół za punkt wyjścia brany jest znany okres zjawisk na słońcu, poczym w zjawiskach ziemskich poszukuje się tegoż okresu. Jako wynik otrzymujemy, że w różnych miejscach kuli ziemskiej wypadają różne przebiegi, które na większej przestrzeni kompensują się wzajemnie. Złożyło się zatym mniemanie, że wpływ zmiennej działalności słońca jest nader nieznaczny, że są »w najlepszym razie ślady tego wpływu«. Zdanie to wygłosił przed kilkunastu laty Hann, i jest ono powszechnie powtarzane we wszystkich podręcznikach (ostatnio u W. Traberta). Uważam to zdanie za przedwczesne i nieuzasadnione, ponieważ w meteorologji nie można lekceważyć wpływu czynnika kosmicznego, ilościowo nie wyznaczonego; można tylko zgodzić się wraz z Arrheniusem, że wpływu czynnika nie zdołano wyosobnić. I rzeczywiście, wielokrotnie już podkreślano niedostateczność, a nawet nielogiczność dotychczasowych metod poszukiwań. Osobiście w odmienny sposób to zagadnienie traktuję (Zob. »Wpływ zmiennej działalności słońca«... tom XIV, XVI i XIX Prac matematyczno-fizycznych oraz Sprawozd. Tow. Nauk. Warsz., zesz. 8, 1912 i zesz. 7, 1913);

przypuszczam, iż wpływ zmian słonecznych na atmosferę jest miarodajny, regulujący, z okresem 4 do 5 lat.

Obok mnóstwa przyczynków, wciąż zjawiających się, wydawane są również źródła, dotyczące objawów zmiennej działalności słońca, oraz długoletnie spostrzeżenia czynników ziemskich. Żywotną zwłaszcza działalność rozwija międzynarodowa Komisja do badań związku między zjawiskami na słońcu i czynnikami meteorologicznemi (Zob. Ustęp 10) pod przewodnictwem N. Lockyera.

O ile dzisiaj wpływ zmiennej działalności słońca jest przeważnie bagatelizowany, to wzamian za to budzi powszechne zainteresowanie cykl Brücknera. W ostatnich czasach opracowywano bogaty materjał obserwacyjny z wielu stacji historycznych za okresy 100 do 150 lat (między innemi opracowali temperaturę powietrza ze Sztokholmu — H. Hamberg; z Berlina — G. Hellmann; z Edynburga — C. Moosman; z Warszawy — W. Gorczyński [1]), w celu wykrycia przypuszczalnych zmian wiekowych. Decydującego nic nie wykryto, ustaliły się jednak pewne poszlaki, które wskazują, że należy cofnąć się jak najdalej wstecz ku istniejącym dokumentom obserwacji. Stąd też ogłaszane są wszelkie wiarogodne dane, zawarte w kronikach odległej przeszłości. Ostatnio w rosyjskiej literaturze podał taki przyczynek p. Bogolepow (O kolebanjach klimata jewropejskoj Rossii w istoriczeskuju epochu. »Ziemlewiedienije«, 1907). Tymczasem Akademja krakowska nie zdążyła jeszcze wydać wspomnianych już długoletnich spostrzeżeń z wieku XV-go.

W czerwcowym zeszycie amerykańskiego Monthly Weather Review z r. 1909 zjawiła się sensacyjna praca Douglassa, oparta na pomiarach rocznych warstw wielowiekowych drzew aryzońskich — pinus ponderata. Niewątpliwie wszyscy rozumieją, iż co rok narastające warstwy drzewa są w związku z przebiegiem czynników meteorologicznych, i ścięte drzewo jest dokumentem odtwarzającym ubiegłe stany pogody; nikt

---

[1]) W sprawie zmian długoletnich temperatury powietrza w Polsce. Sprawozd. Tow. Nauk. Warszawa, 1913, zesz. 1.

wszelako poważnie tą sprawą nie zajmował się. DOUGLASS wskazuje na istnienie pewnych okresów meteorologicznych w ciągu ostatnich wieków. Należałoby zagadnienie rozpatrzyć i w innych miejscowościach kuli ziemskiej, ograniczając się np. do jednego wieku, aby krytycznie oświetlić metodę.

W pismach LEONARDA DA VINCI znajdujemy notatkę: »Słoje drzew ściętych wykazują liczbę ich lat, a ich grubość, czy rok był wilgotny, czy suchy«. Pisma wybrane, str. 196, tom I. Warszawa, 1913.

3. Równie jak przypuszczalne zmiany okresowe, długoletnie, interesują meteorologów krótkie okresy stanów pogody, miarodajne dla każdego klimatu. Na ogół biorąc, poza czasowemi zwyżkami i zniżkami barometru, powierzchnię kuli ziemskiej można podzielić na części pokryte wysokim ciśnieniem i pokryte nizkim ciśnieniem. Są to główne punkty środkowe działania atmosfery. Obszarom lądowym w zimie odpowiada wysoki stan barometru, w lecie nizki; obszarom wodnym — odwrotnie. Stąd masy powietrza okresowo przemieszczają się, łącznie z ruchem wirowym ziemi, tworząc prądy powietrzne, wiatry, warunkujące stany pogody. Różnice pomiędzy obu półkulami na drodze rachunkowej pierwszy przedstawił przedwcześnie zmarły rodak nasz JÓZEF KLEIBER w Meteor. Zeitschr. z 1887, str. 14. Główne punkty środkowe działania wpływają na siebie wzajemnie, wzmagając lub osłabiając cyrkulację atmosfery, z czego powstają nieokresowe odchylenia w przebiegu czynników meteorologicznych. Miarodajnemi dla Europy są: centr Islandzki, Azorski i częściowo w zimie Syberyjski. Współdziala również wpływ prądu golfowego. Badania HANNA, O. PETERSONA, MEINARDUSA, H. ARCTOWSKIEGO (L'enchaînement des variations climatiques. Bruksela, 1909) i in. (Literatura wskazana w Meteorologji HANNA) wykryły przebieg zależnych od siebie zjawisk wogóle, należy wszelako wniknąć w bliższe szczegóły, zwłaszcza w stosunku do naszego klimatu. Przy poszukiwaniach tego rodzaju należy pamiętać o uwadze, zrobionej przez HANNA, że ufać można tylko wynikom, opartym na znacznej liczbie lat; inaczej zdarzyć się może wypadek, przypominający przytoczony (Meteor. Zeitschr. 1905, str. 69), w którym

22 lata spostrzeżeń dało $90^{0}/_{0}$ zgodności, drugie zaś 22 tylko $45^{0}/_{0}$, co wskazało na zwykłą przypadkowość zbiegu zjawisk. Oprócz tego nie należy zadowalać się w porównaniach wykresami przebiegów, jak to dotychczas robiono, lecz korzystać z metody rachunkowej, z metody *korelacji* (Zob. F. Exner. *Der Korrelationsfaktor und seine Anwendung in der Meteorologie.* Meteor. Zeitschr. VI, 1910). Taką metodę zastosował japoński meteorolog Okada w pracy: *Einige Untersuchungen über Aktionscentren der Atmosphäre im fernen Osten.* (Meteor. Zeitschr. IV, 1911). Nader pouczająca jest praca z tejże dziedziny, streszczona w Meteor. Zeitschr. II. 1907, str. 74.

4. Najważniejszą wszelako dziedziną i najwięcej uprawianą jest obecnie meteorologja warstw górnych atmosfery. W Europie i Pn. Ameryce rozmieszczone obserwatorja dzień w dzień sondują górne warstwy, liczne zaś pomocnicze stacje raz na miesiąc przez 3 dni z kolei. Na oceany Atlantycki, Indyjski i Spokojny wysyłane są odpowiednio zorganizowane ekspedycje. Nasz kraj w całej tej działalności zgoła nie uczestniczy, jakkolwiek w innych krajach istnieją stacje i obserwatorja, zaliczone do międzynarodowej organizacji, prowadzone kosztem osób i instytucji prywatnych.

Zgromadzony od lat 20 i wciąż wzrastający materjał obserwacyjny w wielu punktach zmienił dotychczasowe poglądy meteorologów na ogólną cyrkulację atmosfery, systemy wiatrów, rozkład temperatury w kierunku pionowym. Tymczasem najwięcej uzasadnionym jest podział atmosfery na 3 warstwy, o różnych właściwościach gradjentu temperatury: warstwa pierwsza do 3000 m. ma gradjent zmienny, druga do 11 km. wyróżnia się stałym gradjentem, odpowiadającym dość dokładnie teoretycznemu gradjentowi, wreszcie wyżej zalega warstwa trzecia, w której gradjent ginie. Jest to warstwa izotermiczna, o rozległości nieznanej, prawdopodobnie nieograniczonej. Ponieważ najwyższe sondowania nie wiele przenoszą 20 km., o właściwościach i składzie warstw wyższych sądzimy tylko na podstawie teoretycznych rozumowań, popieranych niektóremi zjawiskami optycznemi.

Teoretyczne podstawy opierają się na cennych pracach Bezolda, który szczęśliwie zastosował w meteorologji do termodynamiki atmosfery metodę graficzną, podaną przez inżyniera francuskiego Clapeyrona w r. 1843 (W. Bezold. Zur Thermodynamik der Atmosphäre. Meteor. Zeitschr. 1889, str. 201; 249; 287; 1892, str. 321, albo Gesammelte Abhandlungen, Brunświk, 1906).

Pierwsze naukowe opracowanie spostrzeżeń mieści się w trzytomowym dziele, wydanym przez Ryszarda Assmana i rodaka naszego Artura Bersona, p. t. Wissenschaftliche Luftfahrten. Brunświk, 1900. (Cena zniżona m. 20). Szczególniej ważny jest tom 3-ci, w którym podane jest porównanie wyników opracowań temperatury powietrza (Berson), rozkładu pary wodnej (Süring), postaci obłoków (Süring), kierunku i szybkości wiatru (Berson), usłonecznienia (Assman), elektryczności atmosferycznej (Börnstein), zakończone ogólnemi uwagami teoretycznemi Bezolda.

W roku 1908 powstało czasopismo specjalne, pod tytułem Beiträge zur Physik der freien Atmosphäre, które łącznie z równocześnie powstałym Bulletin of the Mount Weather Observatory w Waszyngtonie zawiera najwięcej badań i materjałów, dotyczących wolnej atmosfery. W pierwszym z czasopism wyróżnił się cennemi pracami A. Wegener, w drugim J. W. Humphrey i Gold.

Zbiór swoich poszukiwań wydał A. Wegener w dziele: Thermodynamik der Atmosphäre. Lipsk, 1911 (str. 839). Dzieło to streszcza dzisiejszy stan naszych wiadomości z tej ciekawej dziedziny; ważne są przyczynki, dotyczące morfologji chmur. Tenże badacz w ostatniej pracy: Ueber turbulente Bewegungen in der Atmosphäre (Met. Z. II, 1912) rzuca nowe światło na warunki powstawania ruchów atmosferycznych na drodze mechanicznej w ośrodku, pozostającym w równowadze termicznej.

Z innych prac wymienimy:

W. Dines. The vertical temperature distribution in the atmosphere over England and some remarks on the general and local circulation; oraz

H. Teisserenc de Bort et **H. Rotch.** Études de l'atmosphère marine par sondage aérien. Atlantique moyen et région intertropicale. Ann. du Bur. Centr. mét. de France, 1905 i 1909.

5. Poznanie warunków meteorologicznych w górnych warstwach atmosfery powinno przyczynić się do wykrycia nie wyjaśnionych dotychczas warunków powstawania, przesuwania, wzmagania i zanikania wirów atmosferycznych, cyklonów i antycyklonów. Najwięcej jest obecnie rozpowszchniony empiryczno-teoretyczny kierunek badań drogi cząsteczki powietrza, jaką przebiega w obrębie wiru według wskazówek map synoptycznych, tworzonych w jak najmniejszych odstępach czasu. Źródłowe prace w tym kierunku podają:

Shaw and **Lempfert.** The life history of surface air currents. Met. Office, Nr. 174. Londyn, 1906.

W. Köppen. Luftbahnen am Erdboden und in der freien Atmosphäre. Meteor. Zeitschr. IV, 1911.

Nils Ekholm. Über die unperiodischen Luftdruckschwankungen... Meteor. Zeitschr. I i III. 1907.

W. Meinardus. Über die absolute Bewegung der Luft in fortschreitenden Zyklonen. Meteor. Zeitschr. XII, 1903.

Na drodze czysto teoretycznej rozpatruje zagadnienie:

V. Bjerknes. Das dynamische Princip der Cirkulationsbewegungen in der Atmosphäre. Met. Zeitschr. 1900. III i IV; Cirkulation relativ zu der Erde Meteor. Zeitschr. 1902. III., stosując teoretyczne wzory Bjerknesa do wypadków konkretnych.

J. W. Sandström. Über die Beziehung zwischen Temperatur und Luftbewegung in der Atmosphäre unter stationären Verhältnissen. Meteor. Zeitschr. 1902, IV.

Streszczenie teorji Bjerknesa podaje Arrhenius w tomie II-im Lehrbuch der kosmischen Physik; nowych przyczynków oczekiwać można w dziele V. Bjerknesa i J. W. Sandströma o Meteorologji dynamicznej i hidrografji, wydanym w języku angielskim i w tłumaczeniu niemieckim.

Do r. 1916 wyszedł w wydaniu niemieckim tom I:

V. Bjerknes und **J. W. Sandström.** Statik der Atmosphäre und der Hydrosphäre. Brunświk, 1912 i tom II: Kinematik der Atmosphäre und der Hydrosphäre. Dalsze tomy zawierać będą Dynamikę i Termodynamikę.

6. Jak dotychczas, pozostają jeszcze zagadkowemi objawy elektryczności atmosferycznej. Związek wszelako pomiędzy polem elektrycznym atmosfery i jonizacją powietrza zarysował się obecnie wyraźnie przynajmniej w dolnej warstwie atmosfery. Wątpliwości nie ulega, że rola elektryczności atmosferycznej w zjawiskach ziemskich jest znacznie większa, niż mniemano dotychczas, opierając się na znanych ogólnie przejawach. Nowe poglądy na te zjawiska daje:

H. Ebert. Die Erscheinungen der atmosphärischen Elektrizität vom Standpunkte der Jonentheorie aus betrachtet. Meteor. Zeitschr. 1901. VII i VIII.

Więcej wyczerpująco rzecz przedstawiają:

H. Gockel. Die Luft-Elektrizität. Methoden und Resultate der neueren Forschung. Lipsk, 1908.

H. Mache und **E. v. Schweidler.** Die atmosphärische Elektrizität. Methoden und Ergebnisse d. modernen Luftelektrischen Forschung. Vieweg. Brunświk, 1909. Str. XI+247 (p. str. 255).

Gruntowne, treściwe przedstawienie badań najnowszych w tej tak szybko rozwijającej się dziedzinie daje artykuł: **E. v. Schweidler** und **K. W. F. Kohlrausch.** Atmosphärische Elekrizität, w tomie III dzieła Graetza Handbuch der Elektrizität (patrz str. 326).

Mniej określenie zarysowują się zjawiska magnetyzmu ziemskiego (dostateczny wykład w podręcznikach Traberta i Arrheniusa [1]). Interesują one meteorologów przedewszystkim, jako najwięcej rzucający się w oczy objaw wpływu zmiennej działalności słońca na czynnik ziemski. Lecz już w r. 1887 zjawiła się hipoteza A. Schustera o związku pomiędzy magne-

[1] O pomiarach elementów magnetyzmu ziemskiego w Polsce zob. artykuł W. Dziewulskiego (Encyklop. Polsk. t. I).

tyzmem ziemskim i prądami elektrycznemi w atmosferze, którą autor w nowszych czasach mógł rozwinąć (Journal de physique 6, 937, 1907) na podstawie współczesnych zdobyczy fizyki ogólnej. Niektóre wnioski Schustera, dotyczące górnych warstw wolnej atmosfery, zostały bezpośrednio stwierdzone przez spostrzeżenia; inne zaś pośrednio zgadzają się z wnioskami, wypływającemi z ciekawych rozważań teoretycznych K. Störmera (Archives de Génève 112, 221, 1907), dotyczących zachowania się promieni katodowych w polu magnetycznym ziemskim. Na tych podstawach wyprowadzona teorja zórz biegunowych daje wyniki, zgodne z faktami bezpośrednio obserwowanemi (P. Lenard. Meteor. Zeitschr. 1911, XI) i ze swej strony potwierdza inną hipotezę poprzednio wspomnianą, A. Wegenera, o budowie najwyższych warstw atmosfery [1].

7. Nowe prądy dotknęły reformatorsko wszystkie działy nauki; opiera im się wszelako rutyna spostrzeżeń na sieciach meteorologicznych. O potrzebie spostrzeżeń słyszeć się dają krańcowo przeciwległe poglądy. Tak W. Trabert (Meteor. Zeitschr. 1911) twierdzi, że potrzebna jest jak największa liczba stacji, chociażby byle jak prowadzonych, gdy tymczasem A. Schuster (Über Methoden der Forschung in der Meteorologie. Meteor. Zeitschr. 1903, I) mniema, że należy znieść wszystkie stacje istniejące, z wyjątkiem historycznych, i środki obrócić na badania czasowe, celowo obmyślane, pewnych grup, zjawisk lub pojedynczych czynników meteorologicznych. Można więc śmiało zgodzić się na zdanie pośrednie, przyczym pożytecznemi będą uwagi ogólne o stacjach meteorologicznych i metodach spostrzeżeń, podane przez G. Hellmanna: Die Beobachtungsgrundlagen der modernen Meteorologie (Meteor. Zeitschr. 1911, X).

Stacje meteorologiczne dotychczas jeszcze dzielą się na 4 rzędy, przyczym stacje I-go rzędu są zwane również obserwatorjami astronomicznemi, dalsze zaś stacje od II-go do IV-go rzędu (stacje deszczowe) odróżniają się coraz mniejszym zakre-

---

[1]) Porówn. str. 408 niniejszego tomu Poradnika (Gieofizyka: magnetyzm ziemski).

sem dokonywanych spostrzeżeń. Podział ten, dowolny zresztą, nie da się usprawiedliwić. Właściwie istnieć powinny tylko obserwatorja meteorologiczne w liczbie ograniczonej (na historycznym obszarze ziem naszych powinno istnieć kilkadziesiąt obserwatorjów), prowadzące terminowe spostrzeżenia wszystkich czynników meteorologicznych, zaopatrzone we wszelkie przyrządy samopiszące, których zapisy powinny być podawane, po zdjęciu i opracowaniu, łącznie z terminowemi spostrzeżeniami. Aby tak zorganizowana sieć w naszym kraju tworzyła pewną jednostkę meteorologiczną, musiałaby jeszcze posiadać przynajmniej dwa punkty obserwacyjne wzdłuż jednego z południków, dostarczające danych z górnych warstw atmosfery za pośrednictwem latawców i sond balonowych. Taka jednostka meteorologiczna powinna być w ścisłej łączności z innemi podobnemi, tworząc jedną sieć meteorologiczną na całej kuli ziemskiej, prowadzoną według jednolitego planu. Prawdopodobnie więc obok terminowych obserwacji według czasu miejscowego byłyby jeszcze dodane terminowe obserwacje według obranego południka pierwszego, aby zapewnić sobie znajomość w każdym czasie równoczesnego stanu czynników meteorologicznych w danej części świata na całej półkuli, a nawet wogóle na kuli ziemskiej.

Istnienie jednolitej, międzynarodowej organizacji meteorologicznej jest najważniejszym postulatem współczesnej meteorologji obserwacyjnej. Na taki zwrot zasadniczy jeszcze się nie zanosi, tymczasowo w ostatnich kilku latach utworzono wszechświatowy związek 30 stacji na kuli ziemskiej »ze względu na konieczność badania z dnia na dzień przebiegu czynników meteorologicznych w strefach równikowej, podzwrotnikowej, umiarkowanej i biegunowej«. Oczywiście jest to liczba stacji nader niewystarczająca; istotnym postępem jest to, że podobny program postawiono; nie ulega wątpliwości, że organizacja rozszerzyć się musi, dziesięciokrotnie przynajmniej, nadto powstać muszą stałe stacje oceaniczne pływające, komunikując dane telegrafem bez drutu. Dla klimatografji miejscowej, zwłaszcza gdzie klimat jest jeszcze niedokładnie poznany, dla celów hidrograficznych oraz przypuszczalnie rolniczych, utrzymają się

niewątpliwie obszerne sieci stacji opadowych [1]) wraz ze stacjami termometrycznemi, potrzebnemi zwłaszcza tam, gdzie teren jest więcej skomplikowany.

Zamiast kierunku dośrodkowego w organizacji meteorologicznej w niektórych krajach zarysowuje się kierunek odśrodkowy, wybitnie praktyczny, w celu wykrycia przypuszczalnego wpływu poszczególnych czynników meteorologicznych na produkcję rolną. Zagadnienie to już przed kilkoma dziesiątkami lat bez powodzenia było roztrząsane najpierw we Francji, potym w Niemczech i w Stanach Zjednoczonych Ameryki półn., a w najnowszych czasach ponownie zostało postawione na porządku dziennym w Rosji, z inicjatywy ministerjum rolnictwa.

Pierwotna kultura rolna w Rosji sprawia, że tam więcej niż gdzieindziej rolnictwo pozostaje pod bezpośrednim wpływem czynników meteorologicznych. Od czasu do czasu (mniemam, okresowo, pod wpływem zmiennej działalności słońca, powodującej krańcowy przebieg opadów i temperatury powietrza) pojawiają się t. zw. »niedorody«, połączone z głodem w grupach gubernji. Otóż ministerjum usilnie zaprowadza i wspomaga miejscowe siecie meteorologiczne (najczęściej gubernjalne), wraz ze stacjami meteorologiczno-doświadczalnemi. Korzystnym wyrazem tego kierunku u nas jest rozwój sieci stacji deszczowych.

Stacje doświadczalne niewątpliwie obficie zaczną ogłaszać otrzymane wyniki, poparte wykresami i rozumowaniami »od szczegółu do szczegółu«. Niewątpliwie również prace te przejdą i do naszej literatury specjalnej. Otóż naszym rolnikom musimy doradzać, aby nader oględnie korzystali z ogłaszanych tu i ow-

[1]) W związku ze stacjami opadowemi wspomnimy pokrótce o ciekawych i ważnych badaniach nad śniegiem i pokrywą śniegową. Prace w tym kierunku ogłaszał np. A. Wojejkow (w Zapiskach rosyjskiego Towarzystwa gieograficznego i W. Satke w Kosmosie, 1899); interesujące spostrzeżenia na tym polu ogłosił również Antoni Dobrowolski, uczestnik wyprawy antarktycznej »Belgica« (np. w Rapports scientifiques de l'expéd. ant. belge. Antwerpia 1903, oraz w czasopiśmie Ciel et Terre, Bruksela). Drukuje się monografja tegoż autora o lodzie w języku polskim (nakładem Kasy im. Mianowskiego); niektóre rozdziały tejże ukazały się w streszczeniu w szwedzkim Arkiv. f. Kemi, Min. o. Geol. t. VI, Nr. 7, 1916.

dzie odkryć: powinni bowiem mieć stale w pamięci, że w każdej miejscowości posługują się przeciętnym i najczęstszym stanem czynników meteorologicznych, wyprowadzonym z wielu setek lat spostrzeżeń, i jakkolwiek spostrzeżenia te nie są wyrażone liczbami, ani też ogłoszone, niemniej realnie istnieją w praktyce, i lekceważyć ich bez oczywistych dowodów nie należy. Zawiłość zagadnienia dobrze ilustrują uwagi E. Romera, podane w cytowanym już »Klimacie ziem polskich« w rozdz. V: Klimat i człowiek, str. 237—242 (Encyklopedja polska, t. I).

8. Dawne, t. zw. obserwatorja meteorologiczne, sowicie zaopatrzone w środki materjalne i personel naukowy, muszą zmienić i uzupełnić zakres swej działalności, o ile mają odpowiadać potrzebom bieżącym. Dotychczas w takich obserwatorjach odczytywano mnóstwo przyrządów, po kilka egzemplarzy oddzielnie dla każdego czynnika meteorologicznego; z otrzymanych danych przeważnie nie korzystano, tworzyły one balast archiwum. W nowych obserwatorjach tego typu powinny ześrodkować się wszystkie pomiary, więcej złożonemi przyrządami prowadzone, dziś rozsiane po małych obserwatorjach astronomicznych, w pracowniach ściśle fizycznych, a tylko wyjątkowo uwzględniane we właściwych instytucjach meteorologicznych lub gieofizycznych [1]).

9. Przytaczając źródłowe prace, wskazaliśmy już niektóre czasopisma poświęcone meteorologji, lub zamieszczające prace

---

[1]) Tego typu pracownię, odpowiadającą nowopowstającemu wówczas kierunkowi w nauce, już przed 10 laty proponowaliśmy utworzyć pod Warszawą. Projekt powstał wskutek potrzeby przeniesienia poza miasto istniejącego od r. 1898 w Warszawie obserwatorjum astronomicznego im. Jędrzejewicza; znalazł on w niewielkim kółku poparcie i był chwilowo blizki urzeczywistnienia. Po pierwszym niepowodzeniu parokrotnie był podnoszony, w końcu rozczlonkowany, i w rezultacie z różnych powodów nie wykonano nic. Projekt uzasadniany był przewidywanym kierunkiem w nauce, a także tym, że budowa ściśle astronomicznego niewielkiego obserwatorjum, źle uposażonego w środki materjalne i naukowe, nie mogącego liczyć na szersze koło pracowników, mija się z celem. Istniejące takie obserwatorja mają nader podrzędne znaczenie, nauka bowiem ześrodkowywa się w wielkich instytucjach, opatrzonych olbrzymiemi zasobami pod każdym względem. I wogóle obserwatorjów astronomicznych nie brak; jedyna to

z tej dziedziny. Liczba tego rodzaju czasopism jest tak znaczna, że ich wyliczać nie będziemy; ograniczymy się do paru głównych, z których pomocą trafić można do wszelkich innych źródeł.

Najważniejszym czasopismem jest:

Meteorologische Zeitschrift (Brunświk, 12 zeszytów rocznie, cena m. 20), organ połączonych Towarzystw meteorologicznych austryjackiego i niemieckiego, który jednak z biegiem czasu stał się istotnym organem międzynarodowym. Każdy zeszyt miesięcznika składa się z 2-ch do 4-ch artykułów oryginalnych, poczym w dziale »Kleinere Mitteilungen« znajdujemy przekłady i streszczenia ważniejszych prac z innych wydawnictw oraz wyciągi z publikacji mniej dostępnych spostrzeżeń. W dziale »Literaturbericht« rozważane są krytycznie wybitniejsze wydawnictwa bieżące i w końcu następuje szczegółowy dział bibljograficzny. Miesięcznik jest niezbędny dla każdego, kto

bowiem nauka, posiadająca swoisty urok, rozwiązujący kieszenie bogatych protektorów. Otóż projektowane było zużytkowanie narzędzi obecnego obserwatorjum, nadając mu wszelako odmienny kierunek, niż dziś widzimy, zgodny z dalszym biegiem nauki. Streszczenie projektu umieszczone jest w sprawozdaniu obserwatorjum im. Jędrzejewicza z roku 1903 (Wiadomości mat. 1904). Instytucja miała nosić miano Obserwatorjum fizyki kosmicznej z następującemi działami: *a)* pawilon fizyki słońca: Narzędzia astronomiczne po Janie Jędrzejewiczu, nabyte przed 40 laty, są nieliczne, niemniej zasób ich do badań słonecznych w zupełności dziś jeszcze nadaje się; pracownik z działu spektroskopji słońca miałby gotowe przyrządy nowoczesnego typu. Przedewszystkim jednak obok wielu innych projektowane były pomiary z dziedziny polaryzacji nieba, ku czemu jest również narzędzie odpowiednie. Jest to dział nader doniosły, jak się zdaje, pozostający w pewnym związku ze zmienną działalnością słońca. Dopiero w ostatnich czasach zwrócono większą uwagę na tę dziedzinę, jak wskazuje dzieło F. Buscha i Jensena: Tatsachen und Theorien der atmosphärischen Polarisation nebst Anleitung zu Beobachtungen verschiedener Art (Hamburg, 1911); *b)* pawilon elektryczności atmosferycznej i magnetyzmu ziemskiego: Wspaniałe odkrycie pierwiastków promieniotwórczych, badania i odkrycia Elstera i Geitela jasno wskazywały, że rola tych nowych czynników we wszechświecie musi być potężną. Beznadziejnie zagmatwana teorja elektryczności atmosferycznej w świetle nowych danych przybrała inną postać. Nowe poglądy zrodziły się na podstawie spostrzeżeń,

chce śledzić bieg nauki; komplet wydawnictwa od r. 1865 mieści całkowitą historję nauki od drugiej połowy stulecia XIX. Aby należycie orjentować się w bieżącym stanie meteorologji, należy mieć pod ręką kilkanaście ostatnich tomów; dawniejsze tomy nabywać można po znacznie zniżonej cenie wprost od wydawców (F. Vieweg. Brunświk).

Do niedawna w Meteor. Zeitschr. zamieszczane były prace ze wszelkich działów meteorologji; w ostatnich wszelako czasach powstały specjalne wydawnictwa, jak wspomniane już:

Beiträge zur Physik der freien Atmosphäre (Lipsk, wychodzi tomami, po 4 zeszyty w tomie, cena tomu m. 12) oraz:

Terrestrial Magnetism and Atmospheric Electricity (Waszyngton).

Badania z dziedziny elektryczności atmosferycznej w znacznej części podawane są w Physikalische Zeitschrift (zob. str. 320).

---

należało więc zorganizować je jak najwszechstronniej. (U nas w kraju dotychczas ogłoszono tylko jedną pracę St. Landaua: Spostrzeżenia nad promieniotwórczością w okolicy Ojcowa i Olkusza. Spraw. Tow. Nauk. Warsz. 1910). Równie zagmatwaną jest sprawa stosunku zmiennej działalności słońca do objawów magnetyzmu ziemskiego. Stosunku tego nie wyjaśniają nawet najnowsze spostrzeżenia Hale'a nad polem elektromagnetycznym na słońcu. Niemniej ustawiczna kontrola przebiegu zmiennej działalności słońca i przebiegu składowych magnetyzmu ziemskiego, notowanych na przyrządach samopiszących jest niezbędnym uzupełnieniem zakresu spostrzeżeń; *c)* stacja seismograficzna: W ostatnim dziesięcioleciu potężnie wzrosła liczba stacji, zaopatrzonych w seismografy różnorodnej konstrukcji; powstała również obszerna literatura tego przedmiotu; *d)* stacja meteorologiczna: niezbędne uzupełnienie instytucji.

Treść niezniszczonego projektu przytoczyliśmy, ponieważ wskazuje on pewien wytyczny kierunek i jest nadal żywotny. Prędzej czy później, może w zmienionej nieco postaci, musi być wykonany; pożądaną byłoby rzeczą, aby opóźnienie, cechujące dotychczas nasz współudział w zagadnieniach wszechświatowej nauki, nie było zbyt wielkie. Dodamy, że w nowszych czasach powstało już kilka instytucji tego typu; tak dość czynny jest Instytut, założony przez Jezuitów w Hiszpanji (Cartuja-Grenada), składający się z trzech działów: astronomicznego (przeważnie fizyki słońca), gieograficznego i meteorologicznego.

Głównym wydawnictwem meteorologicznym w Ameryce Północnej jest Monthly Weather Review (Waszyngton).

10. Ważną epokę w rozwoju meteorologji stanowił r. 1872, w którym zorganizowany został Międzynarodowy Komitet meteorologiczny, mający na celu czuwanie nad prawidłowym, możliwie jednorodnym kierunkiem w prowadzeniu i ogłaszaniu spostrzeżeń. Jakkolwiek Komitet oddał poważne usługi, niemniej nie osiągnął powszechnej zgody, nie mając możności egzekutywy postanowień. Anglja z kolonjami uchyla się najwięcej, posiadając szereg autonomicznych sieci, przystosowanych więcej do miejscowego praktycznego kierunku, niż ogólnego naukowego. Drugie z kolei największe terytorjum obejmuje Rosja z siecią jednolitą, wzorowo prowadzoną, zwłaszcza gdy w ostatnich czasach rozwinięto sieć syberyjską. Francja z kolonjami ustępuje poprzednim, przytym zachowała schemat w swoich publikacjach z pierwszej połowy XIX stulecia. Wzorowa organizacja Stanów Zjednoczonych Ameryki Północnej ma na celu głównie kierunek praktyczny.

W nowszych czasach organizacja międzynarodowa rozszerzyła zakres swej działalności i składa ją obecnie: 1) Zjazd kierowników sieci, poświęcany wyłącznie sprawom spostrzeżeń. 2) Właściwy Międzynarodowy Komitet meteorologiczny, czuwający nad całą organizacją i rozwojem nauki, oraz 3) Komisje międzynarodowe. Liczba Komisji jest znaczna; zakres ich działalności wyrażają tytuły: Komisja naukowo-aeronautyczna, słoneczna ogólna (właściwie: do badań związku pomiędzy zjawiskami na słońcu i czynnikami meteorologicznemi); promieniowania słońca; synoptyczna ogólna; burz morskich i ostrzeżeń; równoczesnych stanów pogody na kuli ziemskiej; przygotowywania izoterm na kuli ziemskiej; magnetyzmu ziemskiego; elektryczności atmosferycznej.

Bliższe szczegółowe dane o działalności Komisji drukują się w sprawozdaniach (w 3 językach: francuskim, angielskim i niemieckim):

Report of the... meeting of the international meteorological comittee; również w tych trzech językach jest wydany zbiór postanowień Komitetu: International Codex of Re-

solutions adopted by Congresses, Conferences, and at Meetings of the Permanent International Committee.

Nadmieniamy wreszcie, że ogólną bibljografję meteorologiczną (do r. 1887) znaleźć można w wydawnictwie amerykańskim:

Bibliography of Meteorology. A classed catalogue of the printed litterature of meteorology from the origin of printing to the close of 1881; with a supplement to the close of 1887, and an author index. Prepared under the direction of A. W. Greely; edited by Oliver L. Fassig. Washington, Signal Office, 1889.

Bibljografja meteorologiczna ogólna z lat ostatnich podawana jest systematycznie w Fortschritte der Physik (p. dział »Kosmische Physik«, str. 322); przy publikacji tej wydawany jest obecnie bieżąco specjalny dodatek p. t. Literaturverzeichniss der Fortschritte der Physik (p. str. 331). Jeszcze szczegółowsze dane z literatury meteorologicznej we wszystkich językach ogłaszane są w londyńskim Katalogu międzynarodowym literatury naukowej (International Catalogue of Scientific Literature).

Akademja krakowska wydaje od r. 1901 Katalog literatury naukowej polskiej (zob. str. 331).

DOPEŁNIENIA[1]

DO FIZYKI, GIEOFIZYKI I METEOROLOGJI. — SPROSTOWANIE.

PODAŁ

M. SMOLUCHOWSKI.

FIZYKA.

STOPIEŃ I.

Do str. 78:

Z nowszych podręczników wymieniamy jeszcze:

A. Kadesch. Zarys fizyki. Kurs niższy. Spolszczył J. Babiński. Warszawa, Gebethner i Wolff. 1907. Str. IX + 178. Cena rb. 1.

Książka zawiera stosunkowo szczupły materjał, przedstawiony w zwięzłej i przejrzystej, lecz zbyt dogmatycznej formie; ułatwia pamięciowe wyuczenie się, lecz nie kształci myślenia naukowego. Układ według zwykłego szablonu: własności ogólne ciał, mechanika, ciepło, głos, światło, magnetyzm, elektryczność.

Do str. 81 i 95:

T. Męczkowska i St. Rychterówna. Zbiór ćwiczeń i doświadczeń z przyrody martwej. Kasa Mianowskiego, Warszawa, 1915. Str. 156. Cena kop. 75.

Jest to książka, przeznaczona głównie dla nauczania w szkole ludowej, ale przydatna również dla nauczania domowego na poziomie najelementarniejszym; zawiera spis prostych doświad-

---

[1]) Radzimy czytelnikowi, żeby przed studjowaniem odpowiedniego rozdziału Poradnika zaznaczył sobie w tekście miejsca, do których odnoszą się dopełnienia, podane niżej.

czeń (w liczbie 202), ilustrowanych odpowiedniemi rysunkami (112), jakie dają się wykonać w każdej szkole i w każdym domu, przy pomocy najprymitywniejszych środków domowych, oraz przyrządów, dających się nabyć za minimalną cenę. Ćwiczenia te, natury prawie wyłącznie jakościowej, są ugrupowane w cztery działy: 1) ćwiczenia wstępne, 2) właściwości powietrza, 3) właściwości wody, 4) najpospolitsze ciała, stanowiące skorupę ziemską. Uczeń ma wykonywać je według wskazówek nauczyciela i następnie ma wyciągać wnioski, z nich wypływające; sposób uczenia odpowiada więc wymaganiom metody heurystycznej.

Książkę tę uważamy za zdrową reakcję przeciwko metodzie nauczania książkowego i gorąco polecamy ją nauczycielom i rodzicom jako podręcznik do początkowej propedeutyki w zakresie fizyki i chemji. Starsze dzieci, które były uczone tylko sposobem książkowym, mogą samodzielnie z niej korzystać do zajmującej zabawy domowej.

Do str. 84:

Zapowiedziane nowe wydanie wyszło p. t.:

M. Faraday. Dzieje świecy, 6 wykładów popularnych. Przełożyli M. i St. Kalinowscy. Kasa Mian. Warszawa, 1914. Str. XXIII+105. Cena kop. 50. Zawiera portret i życiorys Faraday'a, napisany przez St Kalinowskiego.

Do str. 95:

K. Kraus. Methodik der Naturlehre. Wyszło w 2 wydaniu, częściowo zmienionym, 1916. Str. 195. Cena opr. m. 4.

STOPIEŃ II.

Do str. 111:

J. Wojnicz-Sianożęcki. Fizyka w zakresie szkoły średniej. Warszawa, Arct, 1914—1915. Część I: Mechanika i ciepło. Str. VII+272. Cena 1 r. 25 k. Część II: Uzupełnienia z mechaniki, akustyka, optyka. Str. VII+248. Cena 1 r. 25 k. Część III: Elektryczność i magnetyzm. Str. VIII+256. Cena 1 r. 25 k.

Jest to podręcznik, przeznaczony dla nauczania fizyki w systematycznym, trzechletnim kursie, rozpoczynającym się

w klasie V szkoły średniej. Odbiega tym od zwykłego typu podręczników szkolnych, że przedstawia rzeczy tonem do pewnego stopnia narracyjnym i zawiera liczne dygresje historyczne, co powoduje stosunkowo znaczną objętość książki, ale jest korzystnym, zwłaszcza dla celów samouctwa. Za cechę dodatnią uważać można także powiązanie wywodów teoretycznych z zastosowaniami praktycznemi (choć te ostatnie w znacznej mierze należą raczej do zakresu kursu propedeutycznego i niejedna ilustracja na tym poziomie chyba jest zbyteczna) oraz liczne ćwiczenia i zadania, dołączone do tekstu.

Występują i w nim jednak zwykłe wady naszych podręczników szkolnych: nadużywanie metody teoretycznie-dedukcyjnej, dogmatyczny ton wywodów, dydaktycznie nie przygotowanych należycie, częste niejasności w ich konstrukcji logicznej oraz nieścisłości w sposobie wyrażania się. Materjał wyłożony jest bardzo obszerny, nawet zanadto obszerny na potrzeby szkoły średniej, natomiast często razi brak gruntowności w wyjaśnianiu praw i pojęć zasadniczych. Należałoby kłaść większy nacisk na staranne ich opracowanie, możnaby zaś pominąć niejeden szczegół wagi drugorzędnej. Pragnęlibyśmy na ogół, żeby także przy nauczaniu na tym poziomie stosowano więcej metodę indukcyjną oraz żeby trzymano się zasady: multum, sed non multa. (Dążyć do gruntowności, nie zaś do rozległości wiedzy). Co do układu ogólnego, zauważymy, że rozdziały początkowe (dynamika i t. d.) są znacznie trudniejsze od późniejszych (hidromechanika, kaloryka), a tak samo początek drugiego tomu (uzupełnienia z mechaniki) wymaga znacznie większego wyrobienia w oderwanym myśleniu matematycznym niż dalsze rozdziały. Zyskałaby książka przez zupełne opuszczenie wstępnych 12 stron.

Mimo powyższe uwagi krytyczne, zaznaczamy, że książka ta w porównaniu z innemi polskiemi podręcznikami tego poziomu świadczy o stanowczym postępie, choć jeszcze daleka jest od ideału.

Bardzo korzystnym dla gruntownego przyswojenia sobie materjału jest przerabianie zadań, jakie są zawarte w tej książce w dość znacznej liczbie. Pod tym względem polecić można też zbiór zadań pobudzających do myślenia, jaki ukazał się p. t.:

T. Gutkowski. Zadania z fizyki i chemji. Warszawa, 1913. Str. IV+51. Cena kop. 50.

Do str. 113:

F. Poske. Oberstufe der Naturlehre, nach A. Höfler's Naturlehre für höhere Lehranstalten des deutschen Reiches bearbeitet. Wyd. 4. Brunświk, Vieweg, 1916. Str. 395. Cena m. 4.40.

Do str. 116:

H. Kayser. Lehrbuch der Physik für Studierende. Sztutgart, Enke. Wyd. 5. 1916. Str. XII+554. Cena m. 13.40.

Do str. 117:

E. Grimsehl. Lehrbuch der Physik. Wyszło w wydaniu 3, rozszerzonym i poprawionym, w 2 tomach: tom I zawiera mechanikę, ciepło, akustykę i optykę; str. XII+966. Cena opr. m. 12. Tom II zawiera magnetyzm i elektryczność; str. X+542. Cena m. 7.

Do str. 121:

W. Masche. Physikalische Übungen. Część III: akustyka i optyka. 1915. Str. IV+51. Cena wszystkich 3 części: m. 2.20.

Do str. 122:

K. Sumpf u. **K. H. L. Magnus.** Der praktische Lehrer. Übungen für Schulhandfertigkeit und Werkunterricht. Wyd. 3. Lipsk. Lax, 1915. Str. XV+233. Cena opr. m. 3.60.

Rzecz przeznaczona głównie dla nauczycieli ludowych, ale użyteczna także dla uczniów dojrzalszych.

Do str. 124:

J. C. Maxwell. Materya i ruch. Drugie popraw. wyd. S. Dicksteina. Warszawa, Wende. Str. VIII+170. Cena kop. 70.

Do str. 125:

Oprócz książki Boysa, wymienionej już na str. 87, polecamy z zakresu hidromechaniki i zjawisk włoskowatości:

C. R. Darling. Liquid Drops and Globules, their Formation and Movements. Londyn. Spon. Str. X+83. Cena szyl. $2^1/_2$.

Bardzo zajmujące badania nad powstawaniem i ruchami kropel cieczy, przedstawione w formie dla każdego przystępnej, przy pomocy licznych ilustracji.

Do str. 133:

J. Joubert. Zasady elektryczności, przełożył M. Grotowski. Nakł. Kasy Mianowskiego. Warszawa, 1915. Str. XV+507. Cena rb. 3.

Jest to przekład czwartego wydania książki: Traité élémentaire d'électricité, która (dzisiaj wyczerpana) cieszyła się niegdyś wielką popularnością we Francji. Zawiera wykład t. zw. klasycznej teorji elektryczności, t. j. elektrostatyki, właściwości prądów stałych, magnetyzmu i elektromagnetyzmu oraz indukcji, ze szczególnym uwzględnieniem zastosowań praktycznych. Poziom wykładu odpowiada mniej więcej podręcznikowi Witkowskiego lub Mie'go, pod tym względem, że autor wyprowadza wprawdzie podstawowe wzory teoretyczne, ale nie powołuje się przytym na reguły rachunku wyższego, stosując metody przybliżonych dowodów elementarnych. O tyle jednak odznacza się większą jeszcze przystępnością, że autor kładzie mniejszy nacisk na teoretyczne pogłębienie przedmiotu i znacznie mniej oddala się od utrwalonego tradycją sposobu przedstawiania rzeczy niż dzieła oryginalniejsze i naukowo więcej pogłębione. Słusznie tłumacz postąpił, opuszczając ustępy o promieniach katodowych, elektryczności atmosferycznej, oświetleniu elektrycznym i elektrochemji, jako zupełnie już przestarzałe; przydałyby się jednak pewne odnowienia jeszcze i w innych szczegółach.

Rzecz ta może się przydać osobom nie władającym matematyką wyższą, jako najprzystępniejsza u nas książka, umożliwiająca gruntowniejsze poznanie nauki o elektryczności, a tym samym jako pomost do dzieł z zakresu fachowej elektrotechniki lub do dzieł naukowych stopnia III (p. str. 241).

Do str. 137:

W r. 1914 wyszedł tom II dzieła:

Z dziejów rozwoju fizyki: Magnetyzm i elektryczność, optyka, jony i elektrony. Str. VI+544. Cena rb. 4.50.

Znajdują się w nim prace i życiorysy następujących autorów: Franklina, Coulomba, Galvaniego, Volty, Oersteda, Ampera, Faraday'a, Maxwella, Hertza, Eichenwalda, Rowlanda, Röntgena, Huygensa, Newtona, Younga, Fresnela, Arago, Kirchhoffa, Bunsena, Boltzmanna, Lebiediewa, Fizeau, Michelsona, Morley'a, Einsteina, Zeemana, Crookesa, Schustera, Lenarda, J. J. Thomsona, Rutherforda, Skłodowskiej-Curie, Ramsay'a, Soddy'ego.

Do str. 142:

Z najnowszej literatury tego zakresu polecamy:

M. Planck. Dynamische und statistische Gesetzmässigkeit (Rede). Lipsk, Barth, 1914. Cena m. 1.

Neue Bahnen der physikalischen Erkenntniss (Rektoratsrede). Lipsk, Barth, 1914. Cena m. 1.

Odczyty zawierające piękne i głębokie myśli o nowym postępie teorji fizycznych, w szczególności (pierwszy) o rozwoju pojęć statystycznych, oraz (drugi) o atomistyce, teorji względności i kwantach.

P. Hinneberg. Kultur der Gegenwart, III Teil.: I. Bd. Physik redig. v. E. Warburg. Lipsk, Teubner, 1915. Str. VIII+762. Cena opr. m. 22.

Dzieło zbiorowe, w wielkim stylu, mające dać niefachowcom wyczerpujący pogląd na dzisiejszy stan nauki, w związku z historycznym jej rozwojem. Tom niniejszy, obejmujący cały zakres fizyki, składa się z 36 artykułów, napisanych przez 32 autorów, przeważnie pierwszorzędnych specjalistów. Wynika z tąd pewna nierównomierność poziomu, na ogół jednak treść jest przystępna osobom o wyższym ogólnym wykształceniu (Stopień II); przedewszystkim korzystać powinny z dzieła osoby, dążące do głębszego naukowego opanowania przedmiotu, zawodowy zaś fizyk także czytać będzie niektóre jego części z wielkim pożytkiem i zadowoleniem. Moment historyczny jest prze-

ważnie silnie podkreślony; w innych znów artykułach rozważania filozoficzne nad podstawami nauki zajmują wybitne miejsce.

The Svedberg. Die Materie. Akademische Verlagsgesellschaft. Lipsk, 1914. Str. 162.

Zajmująco i przystępnie napisany traktat o stopniowym rozwoju naszych poglądów na istotę materji.

Do str. 144:

Zwracamy uwagę nauczycieli na nowo ułożony plan nauczania fizyki, opracowany przez komisję programową Koła matematyczno-fizycznego:

Program fizyki na klasy wyższe szkół średnich. Osobne odbicie z t. V czasopisma »Wektor«. Warszawa, 1916. Skład w księg. Wendego. Str. 10.

Do str. 145:

Zwracamy uwagę na dzieło, stanowiące najobszerniejsze do dziś dnia opracowanie dydaktyki przedmiotu:

F. Poske. Didaktik des Physikalischen Unterrichts. Lipsk, Teubner, 1915. Str. X+428. Cena opr. m. 12.

W części I autor roztrząsa zadania i metody fizyki oraz zastanawia się nad ogólną dydaktyką tego przedmiotu, porównywając zdania różnych autorów i dodając bardzo cenne nieraz uwagi własne. W części II i III autor przechodzi kolejno wszystkie działy fizyki i roztrząsa szczegółowo metody traktowania przedmiotu w szkole, rozpatruje różne rodzaje doświadczeń szkolnych co do ich celowości w nauczaniu, tak dla stopnia niższego, jak i wyższego szkoły średniej (ze szczególnym uwzględnieniem gimnazjów) i podaje przykład lekcji szkolnej, co prawda bardzo wyidealizowanej, w formie djalogu między nauczycielem i uczniem. Tym kwestjom metodyki specjalnej poświęcono trzy czwarte części dzieła; objętością tego działu różni się ono głównie od książki Grimsehla, gdzie zagadnienia te są omówione na 20 stronach. W szczegółach zdanie referenta jest często po stronie Grimsehla, nie zaś Poske'go, który na ogół przychyla się w wyższym stopniu niż ów autor do konwencjonalnego sposobu traktowania przedmiotu w wykładzie mechaniki i podobnych sprawach. Część IV zawiera krótkie uwagi co do pro-

gramów nauczania w różnych szkołach; dołączona jest bibljografja literatury dydaktycznej w zakresie fizyki.

Dzieło to w każdym razie polecamy gorąco wszystkim osobom, zajmującym się nauczaniem fizyki, pomimo że zdania w kwestjach specjalnych mogą być podzielone, zwłaszcza, według zdania referenta, należałoby więcej jeszcze podkreślić konieczność wplecenia ćwiczeń uczniowskich, złączonych w całość organiczną z wykładem fizyki.

Pragniemy również zwrócić uwagę nauczycieli na książkę:

J. Wallentin. Praktische Methodik d. physikalischen Unterrichts. Wiedeń, A. Pichler's Wittwe u. S., 1914. Str. 223. Cena opr. K. 5.30.

Zastępuje do pewnego stopnia instrukcję wykonawczą do nowego oficjalnego planu, z r. 1909, nauczania fizyki w szkołach austrjackich.

Odsyłamy także do literatury dydaktycznej Stopnia III, str. 315, zwłaszcza do licznych artykułów z zakresu dydaktyki fizyki, ogłaszanych w Zeitschrift f. physik. u. chem. Unterricht (str. 323).

Do str. 151:

Gorąco polecamy nauczycielom oraz dojrzalszym samoukom także dzieło:

K. Rosenberg. Experimentierbuch für den Unterricht in der Naturlehre. Wyd. 3 w dwóch tomach. Wiedeń, A. Hölder. 1913. Cena opr. K. 17.20.

Tom pierwszy zawiera uwagi ogólne o urządzeniu pracowni, technice laboratoryjnej oraz szczegółowe wywody, dotyczące doświadczeń na niższym i średnim poziomie nauki, drugi zaś tom — odpowiednie wzkazówki dla wyższego szczebla nauki szkolnej z zakresu fizyki i chemji. Dołączona jest bibljografja oraz spis przyrządów, potrzebnych dla pracowni.

Do str. 152:

Wymieniamy dwa nowe podręczniki z zakresu praktycznej elektrotechniki, mogące się przydać osobom zajętym w odpowiednich zawodach praktycznych:

Br. Gustawicz. Podręcznik elektrotechniczny dla

monterów, maszynistów i właścicieli urządzeń elektrycznych, Warszawa, Wende, 1913. Str. 347.

St. Wysocki. Urządzenia elektryczne do siły i światła. Podręcznik kieszonkowy elektrotechniki praktycznej, z uwzględnieniem montażu, dozoru i obsługi. Warszawa. Wydawn. Przeglądu Technicznego. 1914. Str. X+329. Cena rb. 1.50.

STOPIEŃ III.

Do str. 158:

Dla głębszego studjowania polecamy gruntowniejsze i ściślejsze dzieło, niż Love; jest nim:

G. H. Hardy. Wykłady elementarne z dziedziny analizy. Przełożył Wł. Wojtowicz, Kasa Mianowskiego. Warszawa, 1916. Skład w księg. Wendego. Str. XV+492. Cena rb. 3.

Przeznaczone przedewszystkim dla studentów matematyki; autor kładzie nacisk na staranne wyjaśnianie pojęć zasadniczych, jak granica, zbieżność i t. d.

Do str. 159:

H. v. Mangoldt. Einführung in die höhere Mathematik. Wyszedł tom trzeci w r. 1914. Cena m. 14.60.

Do str. 176:

W najbliższym czasie wyjdzie we Lwowie, nakładem Zakładu im. Ossolińskich skrócone wydanie dzieła Witkowskiego, p. t. **Witkowski** i **Zakrzewski.** Zarys fizyki, w objętości koło 30 arkuszy, głównie dla studentów medycyny, rolników i t. d., uprawiających fizykę niefachowo.

Do str. 181:

Na znacznie wyższym poziomie, niż Christiansen, stoi wychodzące obecnie dzieło:

Cl. Schaefer. Einführung in die theoretische Physik. Lipsk, Veit.

W roku 1914 wyszedł tom I, zawierający mechanikę, wraz ze sprężystością, hidrodynamiką i akustyką. Str. XII+925. Cena opr. m. 20.

Jest to dzieło doskonałe, przewyższające gruntownością opracowania wszelkie inne podręczniki tego rodzaju i zbliżające

się miejscami, szczegółowym roztrząsaniem problematów specjalnych, do dzieł o charakterze monograficznym. Jakkolwiek wywody matematyczne są w nim tłumaczone jasno i obszernie, sądzimy jednak, że jest ono za trudne i zbyt szczegółowe dla początkujących, których tytuł »Einführung« mógłby w błąd wprowadzić; bardzo natomiast polecenia godne — na nieco wyższym poziomie studjów. Specjalistów zajmować będzie przedstawienie teorji drgań, przy pomocy równań całkowych, oraz roztrząsania pewnych problematów z zakresu hidrodynamiki.

Podobnym do podręcznika Bouasse'a jest dzieło, które niedawno zaczęło wychodzić:

H. Ollivier. Cours de physique générale, à l'usage des candidats au certificat de physique générale, au diplôme d'ingénieur électricien, et à l'aggrégation des sciences physiques. Paryż. Hermann.

W r. 1913 wyszedł tom I, zawierający grawitację, elektryczność i magnetyzm, jony i elektrony, oraz tom II, poświęcony termodynamice i teorji promieniowania. Cechą tego dzieła jest charakter encyklopedyczno-informacyjny; szczególny nacisk położono na matematyczną teorję doświadczeń, brak zaś głębszych i gruntowniejszych roztrząsań teoretycznych.

Do str. 200:

Ważną lukę dotychczasowej literatury wypełnia monografja:

F. Henning. Grundlagen, Methoden und Ergebnisse der Temperaturmessung. Brunświk, Vieweg, 1915. Str. IX+297. Cena opr. m. 10.

Do str. 203:

Pojęcia o zasadniczym znaczeniu dla całej chemji fizycznej oraz biologicznych jej zastosowań dotyczy książka, przełożona z angielskiego:

A. Findlay. Der osmotische Druck. Übers. v. Szivessy, mit Einführung v. W. Ostwald. Drezno, Lipsk, Steinkopff, 1914. Str. 96. Cena m. 4.

Przedstawia szczegółowo badania doświadczalne na tym polu, zazwyczaj zbyt pobieżnie traktowane w innych podręcznikach

Do str. 210:

Zajmująco napisane szkice z zakresu matematycznych teorji fluktuacji, ruchów Browna i kwantów zawiera książka:

H. A. Lorentz. Les théories statistiques en thermodynamique. Conférences faites au Collège de France en novembre, 1912. Lipsk, Teubner, 1916. Str. 120. Cena m. 5.80.

Do str. 222:

H. Czopowski. Mechanika teoretyczna. Tom II. Część I: Dynamika punktu materjalnego. 1913. Str. VI+173. Cena rb. 1. Część II: Dynamika układów punktów i brył materjalnych. 1916. Str. IV+175—359. Cena rb. 1 (zniżka cen dla uczącej się młodzieży za zgłoszeniem się w Stow. Techn., Warszawa, Włodzimierska 3/5).

Do str. 226:

Jako bardzo dobre dzieło poziomu średniego, polecamy:

M. Planck. Einführung in die allgemeine Mechanik. Hirzel. Lipsk, 1916. Str. IV+216. Cena opr. m. 8.

Zawiera mechanikę punktu i ciał sztywnych, wraz z najważniejszemi twierdzeniami z zakresu potencjału. Materjał przedstawiony zwięźle, ze szczególnym pogłębieniem kwestji zasadniczo ważnych. Zrozumienie wymaga znajomości elementów rachunku wyższego i gieometrji analitycznej, autor nie używa symboliki rachunku wektorowego.

Do str. 228:

Ukazało się zapowiedziane dzieło:

E. J. Routh. Statyka teoretyczna. Przełożył Z. Straszewicz. Z zapomogi Kasy im. Mianowskiego. Warszawa, 1916. Skład w księg. Wendego. Str. X+453. Cena rb. 3.

Jest to bardzo staranny przekład pierwszego, stosunkowo najłatwiejszego tomu znakomitego pięciotomowego dzieła Routha. Treść jego ważna jest przedewszystkim dla specjalistów, poświęcających się tej właśnie dziedzinie, oraz dla techników, którzy w praktyce mają do czynienia głównie z przykładami z zakresu statyki. Z punktu widzenia fizyki naukowej ciekawszą i ważniejszą jest dynamika i od tejże naszym zdaniem naj-

lepiej odrazu powinien rozpocząć studjum ten, kto tylko ogólną fizykę ma na celu, choć niewątpliwie i jemu korzyść przyniesie przerobienie statyki.

Do str. 229:

Kto pragnie bliżej zająć się jednym z najciekawszych działów specjalnych dynamiki, teorją ruchu wirującego ciał stałych, znajdzie bardzo zajmujące i przystępne jej przedstawienie, wraz z licznemi technicznemi zastosowaniami, w książce:

H. Crabtree. An Elementary Treatment of the Theory of Spinning Tops and Gyroscopic Motion. Wyd. 2. Londyn, Longmans Green and Co. 1914. Cena szyl. $7^1/_2$.

Wszechstronnemu matematycznemu roztrząsaniu tego przedmiotu jest poświęcona cenna dla specjalistów monografja:

F. Klein u. A. Sommerfeld. Über die Theorie des Kreisels, 4 części. Lipsk, Teubner, 1898—1914. Cena opr. m. 36.

Do str. 231:

Treściwy i wyczerpujący przegląd obecnego stanu teorji hidro- i aerodynamicznej znaleźć można w artykule, ogłoszonym jako osobna odbitka z Handwörterbuch der Naturwissenschaften:

L. Prandtl. Abriss der Lehre von der Flüssigkeits- und Gasbewegung. Jena, Fischer, 1913. Str. VI+57. Cena m. 1.60.

Do str. 247:

Studjującemu teorję Maxwella dobre usługi oddawać będzie książka:

J. C. Maxwell. Auszüge aus Maxwell's Elektricität und Magnetismus. Übersetzt von H. Backhausen, herausgeg. von F. Emde. Brunświk, Vieweg, 1915. Str. XXXII+182. Cena m. 7.

Wypisy te zawierają części charakterystyczne dla teorji Maxwella, z pominięciem tego, co jest wspólnym jego dziełu i dawniejszym klasycznym teorjom. Zrozumienie ich ułatwiają liczne objaśnienia, dodane przez wydawcę.

Do str. 251:

H. A. Lorentz. Theory of Electrons. Wydanie drugie wyszło w r. 1916. Cena m. 10.

Do str. 254:

W zakresie zjawisk fotoelektrycznych, polegających, jak wiadomo, na wytwarzaniu promieni katodowych wskutek naświetlania różnych ciał materjalnych, informacje wyczerpujące znaleźć można w Handbuch, wspomnianym na str. 257, oraz w dobrze i zajmująco napisanej książce:

A. L. Hughes. Lichtelektrizität. Deutsch v. Iklé. Lipsk, Barth, 1915. Str. 192. Cena opr. m. 6.

Do str. 257:

Treściwe, wyczerpujące porównanie wyników badań nad promieniotwórczością znaleźć można w książce:

St. Meyer und **E. v. Schweidler.** Radioaktivität. Lipsk, Teubner, 1916.

Przy rozpatrywaniu podstawowych zjawisk promieniotwórczości (automatyczne, przypadkowe rozpadanie się atomów) znajduje zastosowanie rachunek prawdopodobieństwa. Wyczerpujące roztrząsanie zagadnień, nasuwających się przytym, które w odmiennej postaci występują również i w dziedzinie fluktuacji termodynamicznych (p. str. 210 i 345), znaleźć można w monografji:

L. v. Bortkiewicz. Die radioaktive Strahlung als Gegenstand wahrscheinlichkeitstheoretischer Untersuchung. Berlin, Springer, 1913. Str. 84.

Do str. 258:

P. Drude. Lehrbuch der Optik. Wyszedł w wydaniu 3, nieco powiększonym.

Do str. 260:

Jako bardzo przystępnie napisane, dla szerszych kół niefachowców przeznaczone, polecamy monografje:

W. Scheffer. Wirkungsweise und Gebrauch des Mikroskops und seiner Hilfsapparate. Lipsk, Teubner, 1911. Str. VII+116. Cena opr. m. 3.

M. v. Rohr. Die Brille als optisches Instrument. Lipsk, Engelmann, 1911.

Bardzo zajmującą monografją z pewnego zakresu spektroskopji jest:

F. Lyman. The Spectroscopy of the Extreme Ultraviolett. Londyn, Longmans Green and Co. 1914.

Do str. 261:

Z nowszej literatury o zasadzie względności wymieniamy jeszcze bardzo przystępną broszurę:

E. Cohn. Physikalisches über Raum und Zeit. Wyd. 2, Lipsk, Teubner, 1913. Str. 24. Cena f. 80,

oraz książkę, dającą mimo szczupłej objętości bardzo pouczający i jasny zarys teorji matematycznej:

H. A. Lorentz. Das Relativitätsprinzip. Lipsk, Teubner, 1914. Str. II+52. Cena m. 1.40,

wreszcie dzieło, przystępne wyłącznie dla specjalistów, dające systematyczny pogląd na ostatnią fazę rozwoju teorji względności, wraz z związanemi z nią badaniami EINSTEINA nad grawitacją:

A. Einstein. Die Grundlagen der allgemeinen Relativitätstheorie. Lipsk, Barth, 1916. Str. 64. Cena m. 2.40.

Do str. 270:

Ostatnie prace POINCARÉ'GO z tego zakresu wydane zostały p. t.:

H. Poincaré. Dernières Pensées. Paryż, Flammarion. Cena fr. 3.50.

— Letzte Gedanken. Lipsk, Akad. Verlagsgesellsch. 1913. Str. 261. Cena m. 5.50.

Do str. 275:

Uzupełnienie dzieła MACHA o mechanice tworzy ostatnia jego praca:

E. Mach. Kultur und Mechanik. Sztutgart, Spemann, 1915. Str. 86.

Do str. 280:

F. Grünbaum, R. Lindt. Das physikalische Praktikum d. Nicht-Physikers — wyszło w drugim wydaniu w r. 1916. Str. 425. Cena opr. m. 6.20

Przy pracach w dziedzinach, graniczących z chemją fizyczną, bardzo użytecznym jest doskonały podręcznik:

Ostwald-Luther. Hand- und Hülfsbuch zur Ausführung physiko-chemischer Messungen, herausg. v. R. Luther u. K. Drucker. Akad. Verlag. Lipsk. Wyd. 3. Str. XVI+573. Cena m. 16.

Zawiera wstępny rozdział ogólny o teorji błędów i sposobach opracowania pomiarów, który polecamy specjalnej uwadze osób, zajmujących się pracami doświadczalnemi.

Jako przystępnie napisaną monografję tego przedmiotu polecić można zwłaszcza dzieło:

A. de Forest Palmer. The Theory of Measurements. Londyn, 1912.

Do str. 293:

K. Meyer. Die Entwickelung des Temperaturbegriffs im Laufe der Zeiten, sowie dessen Zusammenhang mit den wechselnden Vorstellungen von d. Natur d. Wärme. Aus d. Dänischen von I. Kolde, mit Vorwort v. E. Wiedemann, Brunświk, Vieweg. Cena m. 4.80.

Do str. 296:

Bardzo zajmującą jest też napisana świetnie biografja słynnego fizyko-chemika Van t'Hoffa:

E. Cohen. Jacobus Henricus Van t'Hoff. Sein Leben und Wirken. Akad. Verlag. Lipsk, 1912. Str. XV+638. Cena m. 14.75.

Do str. 315 (oraz 369):

Dużo trafnych uwag, opartych na doświadczeniu wieloletnim, zdobytym przy prowadzeniu kursów dla przyszłych nauczycieli w Grazu, zawiera artykuł:

K. Rosenberg. Die praktische Ausbildung der Lehramtskandidaten für Physik. Zeitschrift für mathem. u. naturwissensch. Unterricht, 47 (1916) zeszyt 4. Lipsk, Teubner.

Do str. 326:

R. Weber und **H. Gans.** Repertorium der Physik. W r. 1916 wyszła druga część tomu I, zawierająca ciepło, włoskowatość i teorję kinetyczną. Str. 613. Cena opr. m. 12.

Do str. 341:

Streszczenie i krytyczny przegląd nowszych teorji budowy atomu znaleźć można w artykule:

Cz. Białobrzeski. Rozwój pojęć o budowie atomu. Odbitka z t. III i IV »Wektora«. Str. 58. Skład w księg. Wendego w Warszawie.

GIEOFIZYKA.

Do str. 398:

Z najnowszej literatury, odnoszącej się do gieodezji i teorji kształtu ziemi, wymienimy dzieło, wydane obecnie w nowym opracowaniu:

H. Buchholtz. Das mechanische Potential und seine Anwendung zur Bestimmung der Figur der Erde (Höhere Geodäsie). Mit einem ergänzenden Anhang über d. elastische u. hydrodynamische Potential (Auf Grund L. Boltzmann's Vorlesung). Wyd. 2. Lipsk, Barth, 1916. Str. XXXVIII+820. Cena opr. m. 30.

Do str. 403:

Jako zwięzły podręcznik praktycznej seismologji polecić można:

G. W. Walker. Modern Seismology. Londyn, Longmans Green and Co. 1913. Str. XII+88. Cena 5 szyl.

Najgruntowniejszym zaś opracowaniem książkowym tego przedmiotu jest:

B. Galitzin. Vorlesungen über Seismometrie. Herausgegeben von O. Hecker, Lipsk, Teubner, 1914. Str. 538. Cena m. 22.

Do str. 405:

Zwrócimy uwagę czytelnika, interesującego się zjawiskami przypływu i odpływu morza, na zajmujące, pod względem wyników jak i pod względem metodycznym, prace R. v. STERNECKA, poświęcone badaniu tych zjawisk morzu na Adrjatyckim i Śródziemnym (Sitzungsberichte d. K. Akad. d. Wiss. Wien, Abt. II a: 122, str. 299—364, 1913; 123, str. 5—32, 1914; 124, str. 147—180, 905—979, 1915).

METEOROLOGJA.

Do str. 459:

Stosowanie racjonalnej metody rachunkowej stanowi zasadniczy postęp w badaniach empirycznych nad związkiem różnych czynników meteorologicznych. Z tego względu wymieniamy jeszcze pracę **F. Exnera:** Über monatliche Witterungsanomalien auf der nördlichen Erdhälfte im Winter (Sitzungsber. d. Akad. d. Wiss. Wiedeń, 122, str. 1165—1240, 1913), jako przykład zastosowania metody korelacji. Jako podręcznik do studjowania metod rachunkowych, odpowiednich dla celów meteorologji, polecamy gorąco książkę:

C. Udny Yule. An Introduction to the Theory of Statistics. Wyd. 2. Londyn, Griffin and Co. 1912.

Przyczyny, które powodują podział atmosfery na dolną i górną warstwę, o zupełnie różnym układzie temperatury, zostały w znacznej części wyjaśnione przez znakomitą pracę **R. Emdena:** Über Strahlungsgleichgewicht u. atmosphärische Strahlung (Sitzungsber. der Akad. der Wiss. Monachium, 1913, str. 55—142). Obszerny referat: Meteor. Zeitschr. 1913, str. 452—454.

SPROSTOWANIE:

Na str. 351, wiersz 11 z góry:

Zamiast: FRESNELA, czytaj: FIZEAU.

SKOROWIDZ AUTORÓW

OPRACOWAŁ

MARJAN SMOLUCHOWSKI.

Objaśnienia. Skorowidz autorów jest spisem:

a) Autorów dzieł, omówionych w tomie niniejszym Poradnika; skrócony tytuł dzieła podany jest przy nazwisku autora.

b) Autorów prac, rozpraw, artykułów, cytowanych w Poradniku; podany jest skrócony tytuł rozprawy lub (zwłaszcza przy obcych autorach) określenie jej treści.

c) Tych uczonych, których poglądy, metody, odkrycia, zasługi, życiorysy wspomniane są w tomie niniejszym. Nazwiska tłumaczy, wydawców, nakładców są pominięte.

Liczba, podana tłustemi czcionkami, oznacza stronicę, na której tytuł dzieła jest podany dokładnie, lub na której przedmiot jest omówiony stosunkowo obszerniej.

SKOROWIDZ RZECZY.

OPRACOWAŁ

MARJAN SMOLUCHOWSKI

Objaśnienia. Liczby, złożone kursywą, oznaczają stronice, na których podano cytaty z literatura przedmiotu. — Skróty: St. I, St. II, St. III znaczą, że na stronicach, po nich wymienionych, przedmiot omówiony jest odpowiednio do Stopnia I, II, III.

PORADNIK DLA SAMOUKÓW

SERJA I (Wskazówki):

Matematyka. — Nauki przyrodnicze. — Bibljografja z zakresu zastosowań nauk przyrodniczych . . . . Warszawa, **1898**, str. XIV+397. Cena k. 50 (wyczerp.).

Nauki filologiczne i historyczne . . . . Warszawa, **1899**, str. XIV+695. Cena k. 80 (wyczerp.).

Nauki społeczno-prawne i filozoficzne . . . . Warszawa, **1900**, str. VII+432. Cena k. 80 (wyczerp.).

Matematyka. — Nauki przyrodnicze (wyd. 2-ie). Warszawa, **1901**, str. XLII+728. Cena rb. 1 (wyczerp.).

Nauki filozoficzne. — Nauka wychowania. — Oświata . . . . Warszawa, **1902**, str. CXIII+492. (Z ilustr.). Cena rb. 1.20.

SERJA II (Wykłady):

Świat i Człowiek. I. Rozwój wszechświata.— Rozwój życia organicznego. — Rozwój kultury . . . . Warszawa, **1903**, str. 558 (z ilustr.). Cena rb. 2 (wycz.).

Świat i Człowiek. II. Rozwój stosunków społecznych. — Rozwój życia psychicznego. — Rozwój moralności i sztuki.— Uniwersytety . . . . Warszawa. **1905**, str. 559—1013+VIII+137. (z ilustr.). Cena rb. 2 (wycz.).

Świat i Człowiek. I. Wyd. drugie. Pojęcie rozwoju. — Rozwój wszechświata. — Rozwój ziemi . . . . Warszawa, **1908**, str. XVI+215 (z ilustr.). Cena rb. 1.35.

Świat i Człowiek. II. Wyd. drugie. Rozwój życia organicznego. — Gienealogja roślin i zwierząt. — Pochodzenie i rozwój człowieka. . . . . Warszawa, **1912**, str. 321 (z ilustr.). Cena rb. 1.60.

Świat i Człowiek. III. Wyd. drugie. Rozwój kultury. — Rozwój mowy. — Rozwój stosunków gospodarczych . . . . . . Warszawa, **1912**, str. 356 (z ilustr.). Cena rb. 1.80.

Świat i Człowiek. IV. Wyd. drugie. Rozwój społeczny śród zwierząt i ludzi. — Rozwój moralności. — Rozwój życia psychicznego. — Rozwój w dziejach sztuki. — Znaczenie rozwoju świata i człowieka . . . . Warszawa, **1913**, str. 355 (z ilustr.). Cena rb. 2.

SERJA III (Wykłady):

Dzieje Myśli. I. Rozwój metod. — Wiedza ludów pierwotnych. — Dzieje astronomji i fizyki . . . . Warszawa, **1907**, str. XXXI+296 (z ilustr.). Cena rb. 1.50.

Dzieje Myśli. II. Historja chemji, mineralogji i matematyki . . . . Warszawa, **1911**, str. 279. (z ilustr.). Cena rb. 1.50.

Dzieje Myśli. III. Historja nauki o ziemi. — Dzieje nauk biologicznych i antropologji . . . . Warszawa, **1907**, str. 149. (z ilustr.). Cena rb. 2.

Dzieje Myśli. IV. Historja psychologji i językoznawstwa . . . . Warszawa, **1909**, str. 300. Cena rb. 1.50.

SERJA I

W WYDANIU NOWYM, ZUPEŁNIE PRZEROBIONYM:

Poradnik dla Samouków. T. I. O zmianach w wydaniu nowym. — O Nauce. — Matematyka . . . . Warszawa, **1915**, str. XXXIV+618 (z 34 fig. i 1 tablicą). Cena 16 zł. p.

Poradnik dla Samouków. T. II. Fizyka, gieofizyka i meteorologja . . . . Warszawa, **1916**, str. VIII+526 Cena 16 zł. p.

W DRUKU:

Poradnik dla Samouków. T. III i IV. Wyd. nowe. (Chemja, krystalografja, mineralogja, petrografja, gieologja, paleontologja, gieografja, astronomja).

W PRZYGOTOWANIU:

Poradnik dla Samouków. T. V i VI. Wyd. nowe. (Botanika i zoologja).

1916

DO NABYCIA WE WSZYSTKICH KSIĘGARNIACH

następujące dzieła

wydane z zapomogi Kasy Pomocy dla osób pracujących na polu naukowym im. d-ra med. Józefa Mianowskiego lub ofiarowane na rzecz Kasy.

R. k.

Braun Julian. Badania w dziedzinie azotowych związków organicznych i ich pochodnych (1900—1908), 1908, VII—238 . . . . . 1 —

Chmielewski Z. Podręcznik analizy chemiczno-rolniczej. 1905, 169 . . 1 —

Dyakowski B. Zarys metodyki elementarnego kursu historyi naturalnej. Wyd. W. Jezierski. 1909, 38 . . . . — 30

Faraday M. Dzieje świecy. Przekład M. i St. Kalinowskich. XXIII+105. 1914 . . . . — 50

Grzybowski J. prof. Przeglądowa mapa geologiczna ziem polskich z tekstem objaśniającym z trzema przekrojami, pod red. prof. J. Morozewicza. Wyd. Zyg Weyberg. 1912, 139, 1 mapa kol. . 1 —

Holleman A. F. prof. Podręcznik chemii nieorganicznej, z 3 niem. wyd. przeł., według 7 wyd. niem. poprawił K. Jabłczyński. Wyd. 2. 1910, X+410+I 1 50

Jędrzejewicz J. Kosmografia. Wyd. 2, oprac. przez d-ra M. Ernsta, z 246 fig. w tekscie i 11 tabl. 1907, XVI+442 . . . . 3 —

Joubert I. Zasady elektryczności. Z 4 wyd. franc. przełożył M. Grotowski. 1915, 507 . . . . 3 —

Klein P. Meteorologja ogólna. Przełożył R. Merecki. 1915, 437 . . . . 1 80

Kontkiewicz S. Krótki podręcznik mineralogii. 1907, V+226+3 tabl. (Karton) . . . . 1 —

Kozłowski Wł. M. Zasady przyrodoznawstwa w świetle teoryi poznania. 1905, 311 . . . . 1 —

Męczkowska T. i Rychterówna St. Zbiór doświadczeń z przyrody martwej. 1915 . . . . — 75

Merecki R. Klimatologia ziem polskich. 1915, 313 . . . . 1 50

Merczyng H. Teorya prądu elektrycznego. Zarys zasadniczych praw ustalonego i nieustalonego prądu elektrycznego i towarzyszących mu zakłóceń magnetycznych. Podstawy elektromagnetycznej teoryi światła. 1905, IX+92 . . . . — 75

Miłobędzki T. Szkoła analizy jakościowej. 1910, VIII—271. (Karton) . 1 20

Mohn H. Zasady meteorologii. Przełożył St. Kramsztyk. 1888, XVI+218+VI, z 45 drzeworytami i 25 tablicami litografowanemi . 1 —

Neumayer M. prof. Dzieje ziemi, w opracowaniu prof. d-ra Wiktora Uhliga:

I. Geologia ogólna. Wydanie 2 pod red. J. Morozewicza, opracował K. Koziorowski, z dopełn. M. Limanowskiego. 1912. XX+837, mapa barwna 16 tabl. 300 rys. w tekscie . . . . . . 4 —

II. Geologia opisowa. Przeł. z 2 niem. wyd. J. Lewiński i K. Koziorowski; dopełnienia poczynili: K. Bohdanowicz i J. Grzybowski. Wydal J. Morozewicz. 1908, XVI+674+343, rys. w tekscie, 2 mapy barwne, 9 tabl. (1 kolor.) . . . . 4 —

Pamiętnik Fizyograficzny, wydawany staraniem E. Dziewulskiego, B. Znatowicza, A. Ślósarskiego, W. Wróblewskiego, K. Kulwiecia i K. Stołyhwy:

R. k.

Działy I. Meteorologia i hydrografia. II. Geologia z chemią. III. Botanika i zoologia. IV. Antropologia. V. Miscelanea. (Wyszło tomów 23) . . . .

Pożaryski M. Podstawy naukowe elektrotechniki łącznie z zasadami pomiarów. 1916, X+415, z 427 rys. w tekscie 2 40

Rydzewski Br. Próba charakterystyki paleobotanicznej Dąbrowskiego zagłębia węglowego. 1915, 86.

Siemiradzki J. Gąbczaki jurajskie ziem polskich (Paleontologia ziem polskich pod red. J. Lewińskiego, Nr. 1), 1913, 49+tabl. VIII 1 50

Silberstein L. Elektryczność i magnetyzm:

I. 1908, VIII+366 . . . . 3 50

II. 1910, 304 . . . . 3 —

III. cz. I 1 80

Słownik Geograficzny Królestwa Polskiego i innych krajów słowiańskich. Wyd. pod red. Filipa Sulimierskiego, red. »Wędrowca«, mag. n. fil.-hist., b. Szk. Gł. W., Władysława Walewskiego, ob. ziem. kand. n. dypl. Uniw. Dorp., nakład. F. Sulimierskiego i W. Walewskiego:

I (A—Der) 1880, 960;

II (Der—Fż) 1881, 927—XV1; III H—Kę) 1882, 967;

nakład W. Walewskiego; IV (Kę—Ku) 1883, 863; V (Ku —Ma) 1884, 860: pod red. B. Chlebowskiego, W. Walewskiego, według planu F. Sulimierskiego i z pomocą zgromadzonych przez niego materyałów;

VI (Mal—Net) 1885, 960; IX (Poż—Ruk) 1888, 960;

VII (Net—Per) 1886, 960; X (Ruk—Soc) 1889, 960;

VIII (Per—Poż) 1887, 960; XI (Soch—Szi) 1890, 960;

pod red. B. Chlebowskiego, według planu T. Sulimierskiego, nakład Władysława Walewskiego do końca X, od XI z zasiłku Kasy im. Mianowskiego:

XII (Szi—War) 1892, 960; XIII (War—Wor) 1893, 960;

XIV (Wor—Ży) 1895, 960—8;

przy współudziale od połowy VI Józefa Krzywickiego:

XV Dopełnienia A—Jan), 1900, 640;

XV cz. 2 (Jan—Łyż), Dodatek (Al Wola J.) 1902, 741+1 nlb.

Komplet . . . . 60 —

Słupski S. Z. Atlas ziem polskich. Tom I, cz. I. W. Ks. Poznańskie; 46 map i planów . . . . 10 —

Tombeck D. i **Gouard E.** Chemia przemysłowa. Przełożył J. Harabaszewski. 1915, XI+422 . . . . 1 80

Witkowski Aug., prof. uniw. Jagiellońskiego. Zasady fizyki. Tom I, wyd. 3. (Fizyka ogólna. Dynamiczne własności materyi. Akustyka). 1908, XV+536+205 fig. . . . . 2 —

Tom I, wyd. nowe, 1915 . . . . 2 40

Tom II, wyd. 2. (Ciepło. Fizyka cząsteczkowa. Promieniowanie). 1908, X+651+285 fig.+2 tabl. kolor. 2 40

Tom III. (Elektryczność i magnetyzm). 1914, IX+1 nbl. +656+326 fig. 2 40

W. K. Rzeki i jeziora, tekst objaśniający do mapy hydrograficznej dawnej Słowiańszczyzny, część północno-zachodnia. 1883, II+125+1 nbl. . . . . — 5